



ANALISIS PERAMALAN KONSUMSI ENERGI LISTRIK DENGAN METODE *EXTREME LEARNING MACHINE* BESERTA TINGKAT AKURASINYA DI KOTA PEKANBARU

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi



oleh:

MUHAMMAD FAJRI

11755102098

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU**

2021

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISIS PERAMALAN KONSUMSI ENERGI LISTRIK DENGAN
METODE *EXTREME LEARNING MACHINE*
BESERTA TINGKAT AKURASINYA DI KOTA PEKANBARU**

TUGAS AKHIR

Oleh:

MUHAMMAD FAJRI

11755102098

Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro
di Pekanbaru, pada tanggal 11 Juni 2021

Ketua Program Studi
Digitally signed by

Ewi
Ismaredah
Tanggal:
2021.07.0
2

Ewi Ismaredah, S.Kom, M.Kom
NIP.19750992196912 2 002

Pembimbing

Nanda Putri Miefthawati, B.Sc, M.Sc
NIK. 130 514 010



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS PERAMALAN KONSUMSI ENERGI LISTRIK DENGAN
METODE *EXTREME LEARNING MACHINE*
BESERTA TINGKAT AKURASINYA DI KOTA PEKANBARU**

TUGAS AKHIR

Oleh:

MUHAMMAD FAJRI

11755102098

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji

Tugas Akhir sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
di Pekanbaru, pada tanggal 11 Juni 2021

Pekanbaru, 11 Juni 2021

Mengesahkan,

Digitally
signed by

Ketua Program Studi

Ismaredah
Tanggal:
2021.07.05

Ewi Ismaredah S.Kom, M.Kom

NIP.19750992 200912 2 002

Dekan



Dr. Hartono, M.Pd

NIP.19640301 199203 1 003

Dewan Penguji :

Ketua : Dr. Teddy Purnamirza ST., M.Eng.
Sekretaris : Nanda Putri Miefhawati B.Sc., M.Sc
Anggota I : Dr.Liliana S.T., M.Eng
Anggota II : Susi Afriani S.T., M.T



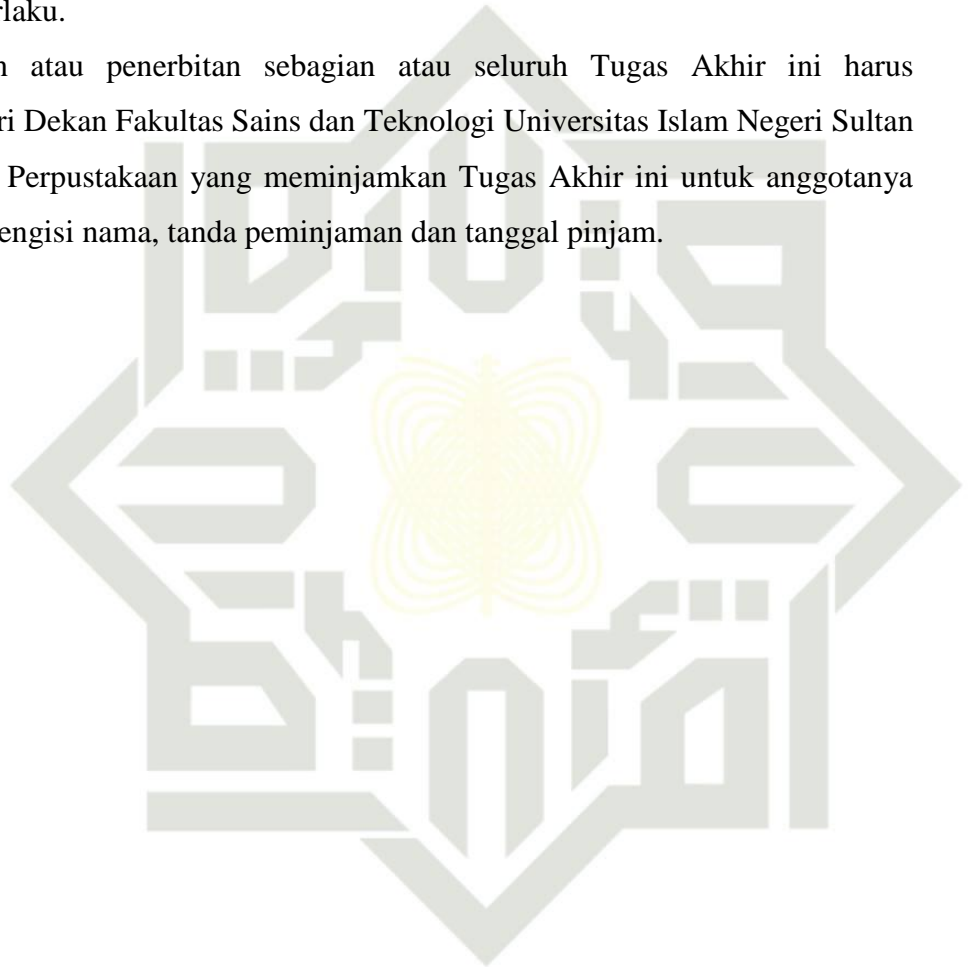
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan dengan mengikuti kaidah pengutipan yang berlaku.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU



LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa di dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh saya maupun orang lain untuk keperluan lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak memuat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali disebutkan dalam referensi dan di dalam daftar pustaka. Saya bersedia menerima sanksi jika pernyataan ini tidak sesuai dengan yang sebenarnya.

Pekanbaru, 11 Juni 2021

Yang membuat pernyataan

Muhammad Fajri

NIM.11755102098

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Ditamini UIN Suska Riau

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LEMBAR PERSEMBAHAN



Alhamdulillah, Alhamdulillahirabbil'amin...

Sujud syukur kusembahkan padaMu Tuhanku, Tuhan Yang Maha Agung nan Maha tinggi, Maha Adil dan Maha Penyayang. Atas kasih sayang-Mu memberiku kekuatan, dan membekali ku dengan ilmu, atas karunia dan kemudahan yang telah Engkau limpahkan pulalah akhirnya Tugas Akhir yang sederhana ini dapat terselesaikan. Shalawat dan salam semoga selalu terlimpahkan keharibaan Rasulullah Muhammad SAW, yang telah membimbing umatnya menjadi manusia-manusia yang beradab, berfikir dan berilmu pengetahuan.

Kupersembahkan karya sederhana ini kepada orang yang sangat kukasihi dan kusayangi Ayahanda tercinta,

Terimakasih atas limpahan kasih sayang, atas bimbingan, atas semua yang akan selalu ku ingat dan selalu kurindukan..

Ibunda Tercinta,

Terimakasih atas segala perjuangan tak kenal lelahmu,

Terimakasih untuk selalu mendoakanku,

Terimakasih untuk motivasi dan semangat yang kau berikan padaku

Terimakasih untuk semua pengorbananmu

Maafkan aku ibu sampai hari ini aku masih banyak menyusahkanmu

Tetaplah do'akan aku ibu, Tetaplah disisiku sampai aku bisa membahagiakanmu di masa tuamu

Kepada Kakak dan adikku,

Karya sederhana ini sebagai bukti aku serius akan keinginanku untuk melanjutkan pendidikanku, aku berhasil sampai di titik ini tidak lepas dari campur tangan kalian, Keraguan, rasa khawatir kalian selama ini terjawab sudah. Aku berhasil menyelesaikan pendidikan ku, dan tidak berhenti ditengah jalan seperti yang kalian takutkan.

Terimakasih untuk kepercayaan, segala dukungan dan do'a Dan khususnya terimakasih banyak buat kakak dan adik yang banyak membantu ibu meringankan beban ibu Maaf saudara kalian ini masih banyak menyusahkan dan membebani kalian

Kepada Sahabatku....

Hidup terlalu berat untuk kujalani sendiri tanpa campur tangan Tuhan dan orang lain. Tak ada tempat terbaik untuk berkeluh kesah bersama sahabat-sahabat terbaikku. Terimakasih banyak kuucapkan kepada sahabat yang selalu ada, teman yang banyak membantu, dan kawan-kawan seperjuangan TE'17

Tetap Semangat untuk kita semua!

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta ini dilindungi undang-undang. Sitedislarangdipertukarkan. UIN Suska Riau



Analisis Peramalan Konsumsi Energi Listrik dengan Metode *Extreme Learning Machine* Beserta Tingkat Akurasinya di Kota Pekanbaru

MUHAMMAD FAJRI

11755102098

Tanggal Sidang : 11 Juni 2021

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. HR. Soebrantas No.155 Panam, Pekanbaru

ABSTRAK

Dalam melakukan peramalan sering terjadi ketidaksesuaian antara hasil peramalan dengan data aslinya. Oleh karena itu, perlu dilakukan perhitungan akurasi peramalan. MAPE merupakan salah satu nilai yang digunakan untuk menghitung akurasi peramalan, semakin rendah nilai MAPE maka peramalan dikatakan semakin baik. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan peramalan konsumsi energi listrik menggunakan metode jaringan syaraf tiruan *Extreme Learning Machine* untuk mengetahui akurasi peramalan berdasarkan persentase nilai MAPE terendah. Data sektor rumah tangga, industri, bisnis dan publik digunakan untuk membuat rancangan pola inputan yang kemudian inputan dibagi menjadi 2 yaitu data *training* dan *testing* dan selanjutnya dilakukan simulasi metode *Extreme Learning Machine* mendapatkan hasil peramalan tahun 2020 yang kemudian dihitung akurasinya dengan nilai MAPE menggunakan aplikasi MATLAB sehingga didapatkan hasil peramalan tahun 2020 untuk semua sektor memiliki hasil yang tidak jauh berbeda dengan data aktual dan parameter pembagian data *training* dan *testing* terbaik yaitu 80%:20% untuk setiap sektor dengan nilai MAPE terendah pada sektor rumah tangga 2,76%, pada sektor industri 5,90%, pada sektor bisnis 2,26% dan pada sektor publik 4,44%. Sehingga dapat disimpulkan metode *Extreme Learning Machine* akurat dalam melakukan peramalan konsumsi energi listrik karena nilai kriteria MAPE kurang dari 10%.

Kata Kunci: Energi Listrik, *Extreme Learning Machine*, Jaringan Syaraf Tiruan, Peramalan



Electrical Energy Consumption Forecasting Analysis Using the Extreme Learning Machine Method and Its Accuracy Level in Pekanbaru City

MUHAMMAD FAJRI

11755102098

Session Date: June 11, 2021

Electrical Engineering Study Program

Faculty of Science and Technology

Sultan Syarif Kasim Riau State Islamic University, Riau

Jl. HR. Soebrantas No.155 Panam, Pekanbaru

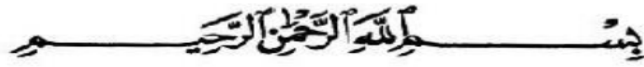
ABSTRACT

In forecasting, there is often a discrepancy between the forecasting results and the original data. Therefore, it is necessary to calculate the accuracy of forecasting. MAPE is one of the values used to calculate forecasting accuracy, the lower the MAPE value, the better the forecast. This study aims to forecast electrical energy consumption using the artificial neural network method Extreme Learning Machine to determine forecasting accuracy based on the lowest percentage of MAPE values. Household, industrial, business and public sector data are used to design input patterns which are then divided into 2 inputs, namely data training and testing and then a simulation of the method is carried out to Extreme Learning Machine obtain forecasting results for 2020 which is then calculated for accuracy with MAPE values using the MATLAB application so that the 2020 forecasting results for all sectors have results that are not much different from the actual data data sharing parameters, training and the and testing bestnamely 80%: 20% for each sector with the lowest MAPE value in the household sector 2.76%, in the industry 5.90%, in the business sector 2.26% and in the public sector 4.44%. So it can be concluded that the method is Extreme Learning Machine accuracy in forecasting electrical energy consumption because the MAPE criterion value is less than 10%.

Keyword: Artificial Neural Networks, Electrical Energy, Extreme Learning Machine, Forecasting



KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuh

Alhamdulillah Rabbil 'Alamin penulis ucapkan sebagai rasa syukur kepada Allah SWT atas segala karunia, rahmat dan ilmu-Nya yang tak terhingga, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Sholawat serta salam terucap buat junjungan alam Nabi besar Muhammad SAW *Allahumma Sholli'ala Sayyidina Muhammad Wa'ala Ali Sayyidina Muhammad*, karena jasa beliau yang telah membawa manusia merasakan nikmatnya Islam seperti sekarang ini. Laporan tugas akhir ini berjudul ***"Analisis Peramalan Konsumsi Energi Listrik dengan Metode Extreme Learning Machine Beserta Tingkat Akurasinya di Kota Pekanbaru"***. Dalam proses penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, banyak sekali pihak yang telah membantu penulis dalam memperoleh ilmu pengetahuan dan pengalaman dalam penyusunan laporan ini, baik berupa bantuan materi maupun berupa motivasi dan dukungan kepada penulis. Maka dari itu, Pada kesempatan ini penulis juga ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Teristimewa Kedua Orang tua penulis, serta kakak, dan adik-adik dan keluarga besar yang telah mendoakan dan memberikan dukungan, serta motivasi agar penulis dapat tawakal dan sabar sehingga sukses memperoleh kelancaran dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan baik;
2. Bapak Prof. Dr. Khairunnas, M.Ag. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau;
3. Bapak Dr. H. Mas'ud Zein, M. Pd. Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau;
4. Ibu Ewi Ismaredah, S.Kom., M. Kom. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
5. Bapak Mulyono, ST., MT selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau;
6. Bapak Ahmad Faizal, ST., MT selaku koordinator Tugas Akhir Prodi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi yang selalu membantu memberikan inspirasi dan motivasi dalam penyelesaian tugas akhir ini;



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

7. Ibu Nanda Putri Miefthawati, B.Sc., M.Sc selaku dosen pembimbing luar biasa yang selalu membantu memberikan inspirasi, motivasi, dan sabar memberikan arahan maupun kritikan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini;
8. Ibu Marhama Jelita S.Pd., M.Sc selaku dosen Pembimbing Akademik yang mengarahkan dan membimbing penulis dalam menyelesaikan pendidikan Strata 1 (S1) di Program Studi Teknik Elektro konsentrasi Energi Fakultas Sains dan Teknologi
9. Seluruh Staf Dosen dan Karyawan Fakultas Sains dan Teknologi, khususnya Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
10. Seluruh Teman-Teman Energi Angkatan 17 yang begitu banyak membantu dan mendoakan.
11. Seluruh pihak yang telah banyak membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam pelaksanaan Laporan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih banyak kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat diharapkan untuk kesempurnaan laporan ini.

Wassalamu 'alaikum warahmatullaahi wabarakaatuh

Pekanbaru, 11 Juni 2021

MUHAMMAD FAJRI

11755102098

UIN SUSKA RIAU



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN COVER	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR HAK ATAS KELAYAKAN INTELEKTUAL	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR RUMUS	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-6
1.3 Tujuan Penelitian	I-6
1.4 Batasan Masalah	I-6
1.5 Manfaat Penelitian	I-7
1.6 Sistematika Penulisan	I-7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1 Studi Literatur	II-1
2.2 Energi Listrik.....	II-4
2.2.1 Konsumsi Energi Listrik.....	II-4
2.2.2 Golongan Tarif Listrik.....	II-4
2.3 Peramalan(<i>Forecasting</i>)	II-5
2.4 Deret Waktu (<i>Time series</i>).....	II-5
2.5 Jaringan Syaraf Tiruan (<i>Neural Network</i>)	II-6
2.5.1 Normalisasi Data	II-9

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.5.2	Denormalisasi Data	II-9
2.6	<i>Extreme Learning Machine</i> (ELM)	II-10
2.6.1	Arsitektur <i>Extreme Learning Machine</i>	II-11
2.6.2	Algoritma <i>Extreme Learning Machine</i>	II-12
2.6.2.1	Langkah-langkah proses <i>training</i>	II-12
2.6.2.2	Jumlah <i>hidden layer</i>	II-13
2.6.2.3	Langkah-langkah proses <i>testing</i>	II-13
2.7	Pengukuran Tingkat Kesalahan Peramalan	II-13
2.7.1	MSE (<i>Mean Squared Error</i>).....	II-13
2.7.2	MAPE (<i>Mean Absolute Percentage Error</i>).....	II-14
2.8	MATLAB	II-15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		III-1
3.1	Jenis penelitian	III-1
3.2	Lokasi Penelitian	III-1
3.3	Tahapan Penelitian	III-1
3.4	Studi Literatur.....	III-3
3.5	Tahapan Identifikasi Masalah.....	III-4
3.6	Pengumpulan Data.....	III-4
3.7.	Pengolahan Data.....	III-4
3.7.1	Pengelompokan Data.....	III-5
3.7.2	Normalisasi Data	III-6
3.8	Simulasi Metode <i>Extreme Learning Machine</i>	III-6
3.8.1	<i>Training Data</i>	III-7
3.8.2	<i>Testing Data</i>	III-8
3.9	Hasil Peramalan	III-10
3.10	Perhitungan Akurasi Hasil Peramalan dengan Nilai MAPE	III-10
3.11	Analisis Hasil.....	III-11
3.11.1	Membandingkan Hasil Peramalan dengan Data Aktual.....	III-11
3.11.2	Parameter Terbaik Berdasarkan Nilai MAPE Terendah	III-11
BAB IV HASIL DAN ANALISIS		IV-1
4.1	Menghitung nilai MSE	IV-1
4.2	Hasil Peramalan	IV-2
4.2.1	Hasil peramalan Sektor Rumah Tangga	IV-3



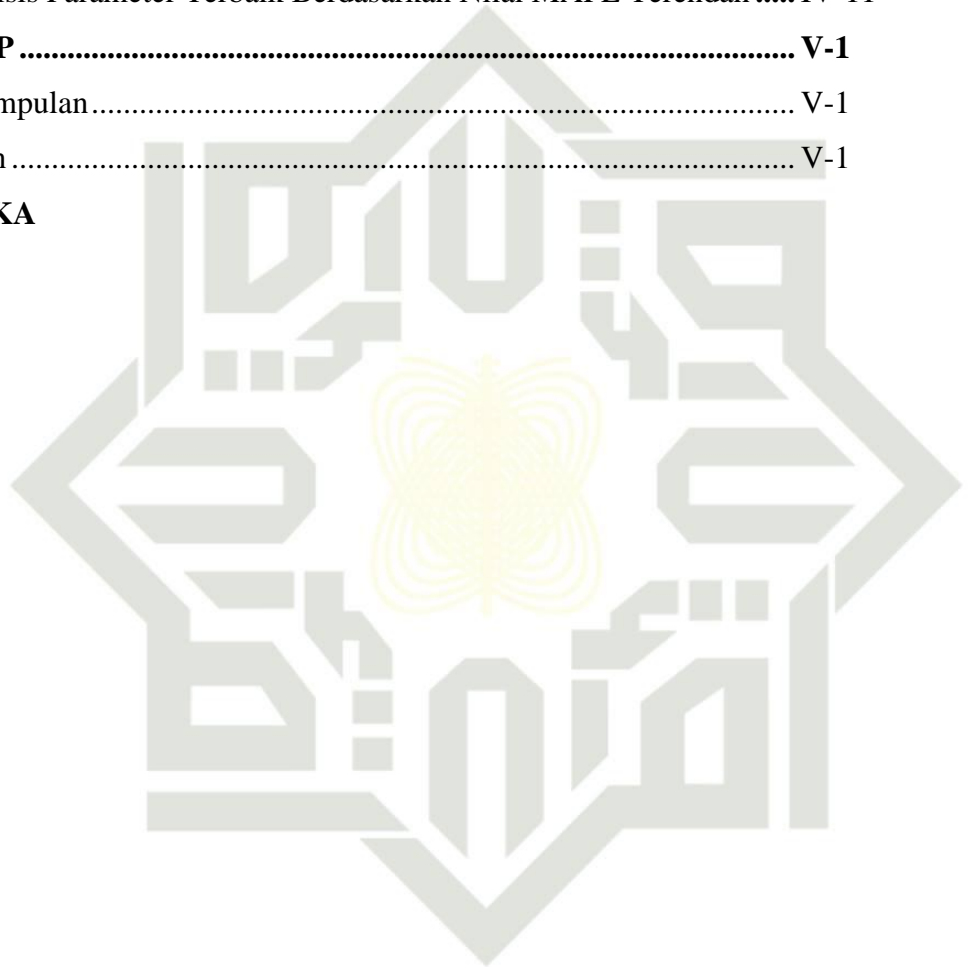
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4.2.2	Hasil peramalan Sektor Industri	IV-4
4.2.3	Hasil peramalan Sektor Bisnis.....	IV-5
4.2.4	Hasil peramalan Sektor Publik	IV-6
4.2.5	Hasil Peramalan Parameter Terbaik Untuk Seluruh Sektor ..	IV-8
4.3	Perhitungan Akurasi Peramalan berdasarkan nilai MAPE.....	IV-9
4.4	Analisis Perbandingan Hasil Peramalan dengan Data Aktual	IV-11
4.5	Analisis Parameter Terbaik Berdasarkan Nilai MAPE Terendah	IV-11
BAB V PENUTUP		V-1
5.1	Kesimpulan.....	V-1
5.2	Saran	V-1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



UIN SUSKA RIAU

DAFTAR GAMBAR

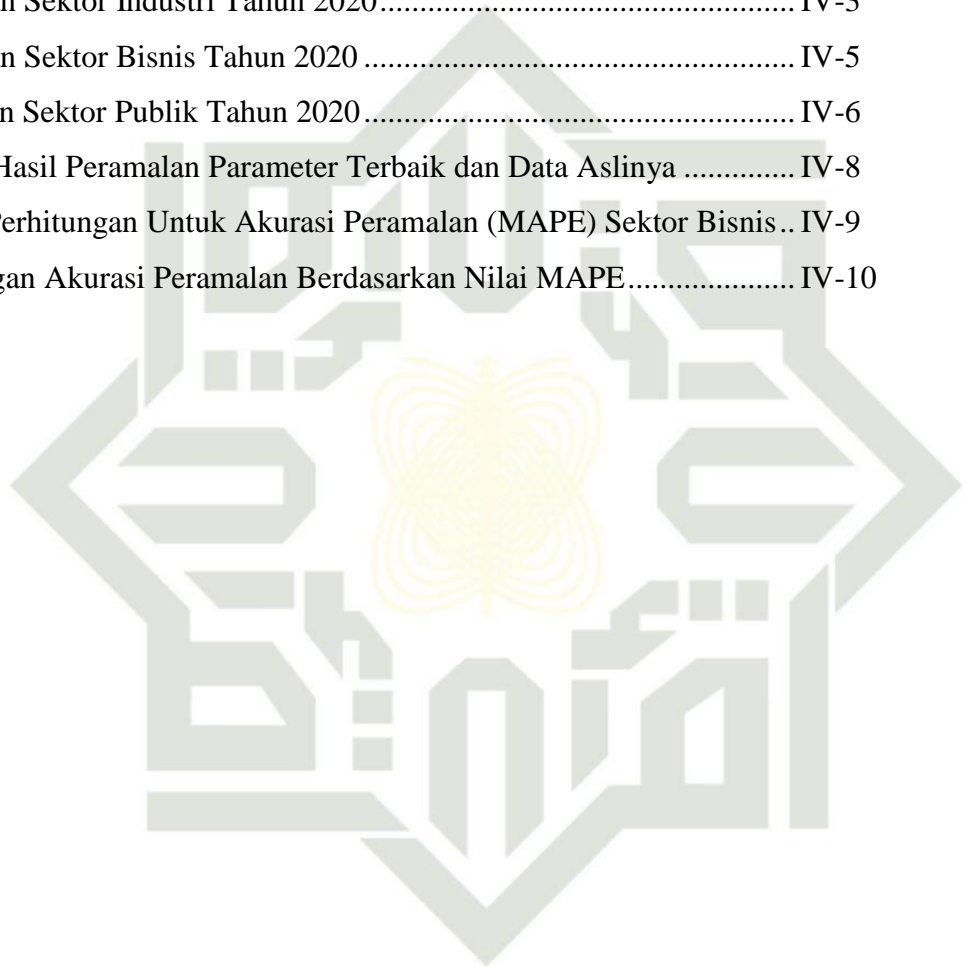
	Halaman
1. Persamaan <i>Time Series</i>	II-6
2. <i>Single layer net</i>	II-7
3. <i>Multilayer net</i>	II-7
4. <i>Competitive layer net</i>	II-8
5. Arsitektur <i>Extreme Learning Machine</i> (ELM)	II-11
6. Tampilan Awal <i>Software</i> MATLAB	II-15
7. Tampilan Aplikasi MATLAB	II-17
8. Tampilan Home pada MATLAB	II-17
9. Tampilan Editor pada MATLAB	II-18
10. Tampilan <i>Workspace</i> pada MATLAB	II-18
11. <i>Flowchart</i> Alur Penelitian	III-2
12. Plot <i>Time Series</i> Konsumsi Energi Listrik Kota Pekanbaru	III-4
13. Contoh Hasil Normalisasi Data Sektor Rumah Tangga	III-6
14. Diagram Alur Simulasi Metode <i>Extreme Learning Machine</i>	III-7
15. <i>Flowchart</i> Proses <i>Training</i> Data	III-8
16. <i>Flowchart</i> Proses <i>Testing</i> Data	III-9
17. Contoh Hasil <i>Testing</i> pada Sektor Rumah Tangga Persentase 80%:20%	III-9
18. Grafik Hasil Perhitungan MSE	IV-2
19. Grafik Perbandingan Hasil Peramalan dan Data Aslinya	IV-9
20. Grafik Perhitungan Persentase Nilai MAPE	IV-11

UIN SUSKA RIAU



DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Persentase kriteria MAPE	II-14
2. Rancangan Pola Data Inputan.....	III-5
3. Hasil Perhitungan Nilai MSE	IV-1
4. Hasil Peramalan Sektor Rumah Tangga Tahun 2020.....	IV-3
4. Hasil Peramalan Sektor Industri Tahun 2020.....	IV-3
4. Hasil Peramalan Sektor Bisnis Tahun 2020	IV-5
4. Hasil peramalan Sektor Publik Tahun 2020.....	IV-6
4. Perbandingan Hasil Peramalan Parameter Terbaik dan Data Aslinya	IV-8
4. Contoh Hasil Perhitungan Untuk Akurasi Peramalan (MAPE) Sektor Bisnis..	IV-9
4. Hasil Perhitungan Akurasi Peramalan Berdasarkan Nilai MAPE.....	IV-10



UIN SUSKA RIAU



DAFTAR RUMUS

© Hak Cipta Ditangguhkan
Statistik UIN Suska Riau
UIN Suska Riau

- 1. Rumus persamaan *Time series*
- 2. Rumus Fungsi sigmoid biner
- 2. Rumus Fungsi sigmoid bipolar
- 2. Rumus Normalisasi Data interval [0,1]
- 2. Rumus Normalisasi Data interval [-1,1]
- 2. Rumus Denormalisasi Data interval [0,1]
- 2. Rumus Denormalisasi Data interval [-1,1]
- 2.8 Rumus persamaan model matematis ELM untuk X_i
- 2.9 Rumus persamaan model matematis ELM untuk X_t
- 2.10 Rumus fungsi aktivasi $g(x)$
- 2.11 Rumus Hasil matriks dari *output weight*
- 2.12 Rumus persamaan *hidden layer* dan fungsi $g(x)$.
- 2.13 Rumus persamaan Hasil *output* dari *hidden layer*
- 2.14 Rumus Hasil matriks *output layer*
- 2.15 Rumus matriks Moore Penrose
- 2.16 Rumus MSE (*Mean Squared Error*)
- 2.17 Rumus MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*)
- 3.1 Rumus hasil *output* dari *hidden layer*.
- 3.2 Rumus fungsi aktivasi sigmoid. untuk data *training*
- 3.3 Rumus fungsi aktivasi sigmoid untuk data *testing*
- 3.4 Rumus Hasil Peramalan (*Output Layer*)

UIN SUSKA RIAU



DAFTAR SINGKATAN

: Badan Pusat Statistik
: <i>Extreme Learning Machine</i>
: Energi Sumber Daya Mineral
: Jaringan syaraf tiruan
: <i>Kilowatt Hour</i>
: <i>Mean Absolute Percentage Error</i>
: <i>Mean Squared Error</i>
: Produk Domestik Regional Bruto
: Perusahaan Listrik Negara
: Random forest
: State Of The Art
: <i>Support Vector Machine</i>
: <i>Extreme gradient boosting</i>

- Hak cipta ini dilindungi undang-undang. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DAFTAR LAMPIRAN

A. Data Sekunder.....	A-1
B. Normalisasi Data.....	B-1
C. List Algoritma Program MATLAB	C-1

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU



BAB I PENDAHULUAN

Latar Belakang

Energi listrik merupakan kebutuhan yang paling penting dalam kehidupan manusia, manfaat yang didapatkan dari penggunaan energi listrik tidak hanya untuk saat ini akan tetapi untuk saat yang akan datang. Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi juga akan berdampak kepada penggunaan energi listrik untuk pertumbuhan perekonomian, oleh karena itu listrik menjadi penting untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Dengan semakin meningkatnya penggunaan energi listrik yang jumlah peningkatannya yang tidak bisa ditentukan secara pasti, oleh karena itu peramalan konsumsi energi listrik menjadi bagian yang sangat penting agar ketersediaan energi listrik dapat terpenuhi [1].

Ketersediaan energi listrik yang memadai akan meningkatkan pembangunan daerah baik dari sektor rumah tangga, industri, bisnis dan publik juga meningkatkan kualitas hidup masyarakat dengan semakin banyaknya masyarakat yang memanfaatkan energi listrik untuk aktifitas sehari-hari. Hal ini akan mempengaruhi kesejahteraan masyarakat dan pertumbuhan ekonomi. Pertumbuhan ekonomi selalu meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk. Terlihat bahwa dengan bertambahnya jumlah penduduk maka kebutuhan perekonomian juga akan meningkat. Dengan meningkatnya kebutuhan perekonomian maka otomatis kebutuhan energi listrik juga akan meningkat. Oleh sebab itu, jika perekonomian suatu daerah semakin maju maka wilayah tersebut dapat dikatakan makmur. Semakin maju kebutuhan perekonomian, semakin besar pula kebutuhan akan energi listrik [2].

Salah satu wilayah yang berkembang pesat perekonomiannya yaitu provinsi Riau, hal ini dibuktikan dimana PDRB (Produk Domestik Regional Bruto) provinsi Riau mengalami peningkatan sebesar 2,83% dimana sebelumnya pada tahun 2018 PDRB provinsi Riau sebesar 482.158,39 Miliar Rupiah, meningkat pada tahun 2019 sebesar 495.845,91 Miliar Rupiah. Peningkatan PDRB provinsi Riau disebabkan meningkatnya pertumbuhan ekonomi di provinsi tersebut, kota Pekanbaru merupakan salah satu kota di provinsi Riau yang mengalami peningkatan pertumbuhan ekonomi, salah satu faktor yang menyebabkan pertumbuhan ekonomi yaitu pertumbuhan jumlah penduduk [3].

Berdasarkan data yang didapatkan dari BPS (Badan Pusat Statistik) provinsi Riau pada tahun 2020, angka jumlah penduduk kota Pekanbaru sebesar 983.356 jiwa, atau



sekitar 15,38% dari jumlah seluruh penduduk yang ada di provinsi Riau yaitu 6,39 juta jiwa. Angka tersebut menjadikan kota Pekanbaru sebagai daerah dengan jumlah penduduk tertinggi di provinsi Riau. Badan statistik provinsi Riau juga mencatat dari tahun 2019-2020 laju pertumbuhan penduduk kota Pekanbaru mengalami peningkatan sebesar 3,04 %, peningkatan pertumbuhan jumlah penduduk juga akan mengakibatkan permintaan energi listrik semakin besar [4].

Permintaan energi listrik yang lebih besar dari penyediaan pasokan energi listrik oleh PLN akan menyebabkan kekurangan pasokan energi listrik. Kekurangan pasokan energi listrik akan menyebabkan pemadaman energi listrik, hal ini akan mempengaruhi aktivitas pelanggan, baik dari sektor rumah tangga, industri, bisnis dan publik sehingga akan mengurangi tingkat kepuasan pelanggan kepada PLN. Permasalahan yang terjadi saat ini sebaliknya, dimana penyediaan pasokan energi listrik yang lebih besar daripada permintaan pelanggan. Hal ini mungkin berkaitan dengan adanya pandemi Covid-19 saat ini, dikarenakan pembatasan kegiatan yang menyebabkan kegiatan perekonomian mengalami penurunan sehingga menyebabkan penggunaan energi listrik oleh pelanggan menjadi berkurang.

PT Perusahaan Listrik Negara (PLN) mencatat di tengah merebaknya wabah Corona di Indonesia, konsumsi listrik di sektor industri dan bisnis berangsur-angsur berkurang. Edison Sipahutar, wakil presiden eksekutif pemasaran dan layanan pelanggan PLN, menjelaskan dampak pandemi Covid-19 menjadi faktor utama dibalik penurunan pertumbuhan di sektor komersial dan industri. Sektor usaha yang dia rinci hanya tumbuh 4,07% sejak awal tahun. Namun khusus di bulan Maret mengalami pertumbuhan negatif sebesar -0,88%. Sedangkan untuk sektor industri, pertumbuhannya hanya 0,13% dari Januari hingga Maret, sedangkan pada Maret turun menjadi -2,17%. Edison mengatakan

"Ini karena banyak industri yang melambat akibat wabah Corona di sektor bisnis, banyak industri yang menerapkan *work from home* (WFH) untuk mengurangi konsumsi listrik" [5]. Permasalahan yang terjadi di Pekanbaru yaitu energi listrik yang dihasilkan oleh PLN kota Pekanbaru jumlahnya lebih besar daripada konsumsi energi listrik oleh pelanggan.

Berdasarkan data yang didapat dari BPS (Badan Pusat Statistik) kota Pekanbaru pada tahun 2020, energi listrik yang dihasilkan oleh PLN kota Pekanbaru sebesar 3.084,38 GWh, dimana energi listrik yang dijual kepada pelanggan sebesar 1.803,43 GWh, sehingga menyebabkan kerugian bagi PLN kota Pekanbaru karena energi listrik yang dihasilkan oleh PLN kota Pekanbaru lebih besar daripada permintaan pelanggan [6]. Apabila energi



listrik yang didistribusikan dari generator jumlahnya lebih besar daripada kebutuhan beban sehingga menyebabkan terjadinya rugi-rugi energi listrik bagi PLN di kota Pekanbaru, maksudnya hal itu dapat menyebabkan kerugian bagi penyedia energi yaitu PLN (Persero) kota Pekanbaru, jika hal ini terjadi instalasi energi listrik dapat mengalami kerusakan [7]. Hal ini perlu disesuaikan antara pembangkit listrik dan permintaan dari pelanggan untuk menstabilkan energi listrik, oleh karena itu perlu dilakukan peramalan konsumsi energi listrik untuk menstabilkan energi listrik

Banyak metode-metode yang digunakan untuk peramalan konsumsi energi listrik salah satunya metode jaringan syaraf tiruan. Metode *neural network* atau JST (jaringan syaraf tiruan) merupakan salah satu metode yang baru digunakan dalam peramalan. Metode JST merupakan teknologi komputasi yang teruji dan akurat, JST merupakan teknologi terbaik untuk meramalkan konsumsi energi listrik di negara maju. Diantaranya, keunggulan utama JST adalah dapat mencapai kemampuan komputasi paralel dengan mempelajari model yang diajarkan. Terdapat berbagai jenis peramalan menggunakan jaringan syaraf tiruan seperti, ELM (*Extreme Learning Machine*) [8], SVM (*Support Vector Machine*) [9], dan metode pembelajaran *Backpropagation* [10].

Peramalan menggunakan metode *Extreme Learning Machine* pertama kali diperkenalkan oleh Huang pada tahun 2004 [8]. ELM merupakan jaringan syaraf tiruan *feedforward* dengan *single hidden layer* atau biasa disebut dengan SLFNs (*single hidden layer feedforward networks*). *Extreme Learning Machine* berguna untuk mengatasi kekurangan metode *neural network* atau jaringan syaraf tiruan sehingga dapat mempercepat proses penghitungan atau pembelajaran. ELM sendiri mudah digunakan untuk peramalan dalam waktu cepat dan bisa diaplikasikan dalam kehidupan [8]. Huang mengemukakan dua alasan mengapa jaringan syaraf tiruan *feedforward* lainnya memiliki *learning speed* rendah, dalam parameter *Extreme Learning Machine* misalnya *input weight* dan *hidden bias* dipilih secara *random*, sehingga *Extreme Learning Machine* memiliki kecepatan pembelajaran yang cepat dan dapat menghasilkan performa generalisasi yang baik. Metode *Extreme Learning Machine* berbeda dari model matematis jaringan syaraf tiruan *feedforward* lainnya. Model matematis dari *Extreme Learning Machine* lebih sederhana dan lebih efektif [11].

Banyak metode peramalan telah diusulkan dalam jaringan saraf tiruan. Namun, metode yang ada membutuhkan waktu penghitungannya relatif lama sehingga dikhawatirkan metode jaringan syaraf tiruan akan semakin ditinggalkan karena



membutuhkan waktu yang lama dalam mengambil keputusan. Untuk mengatasi masalah tersebut, Huang [8] menemukan metode pembelajaran baru pada jaringan syaraf tiruan yang disebut *Extreme Learning Machine*. ELM (*Extreme Learning Machine*) memiliki keunggulan dibandingkan metode yang sudah ada seperti *Support Vector Machine* [9] dan *Backpropagation* [10] terutama dalam hal konsumsi waktu dan kinerja [11].

Dalam peramalan konsumsi energi listrik sering terjadi ketidaksesuaian antara hasil peramalan dengan data aslinya, kita perlu menentukan metode peramalan yang memiliki nilai kesalahan (*error*) sekecil mungkin. Oleh karena itu, perlu dilakukan perhitungan akurasi peramalan untuk mengetahui bahwa metode yang digunakan dalam peramalan konsumsi energi listrik tersebut akurat. Dalam menghitung akurasi peramalan kita perlu membandingkan hasil peramalan yang dilakukan dengan data aktual sehingga dapat diketahui tingkat kesalahannya. Banyak nilai yang digunakan dalam menghitung akurasi seperti nilai: MAD (*Mean Absolute Deviation*), MSE (*Mean Square Error*) dan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Dalam penelitian ini akan dilakukan perhitungan akurasi peramalan dengan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). MAPE merupakan salah satu dari beberapa cara yang dapat digunakan sebagai evaluasi untuk mengukur keakuratan hasil peramalan yang sering digunakan. Perhitungan MAPE bertujuan untuk menentukan tingkat kesalahan absolut dalam peramalan dibandingkan dengan nilai aslinya semakin kecil nilai MAPE maka peramalan dikatakan semakin akurat [10].

Penelitian mengenai analisis metode *Extreme Learning Machine* untuk menghitung akurasi peramalan bukan pertama kali dilakukan. Penelitian sebelumnya yang berkaitan pernah dilakukan dengan judul “Penerapan Metode *Extreme Learning Machine* Untuk Prediksi Konsumsi Batubara Sektor Pembangkit Listrik Tenaga Uap” Berdasarkan hasil pengujian data konsumsi batubara harian selama satu tahun, nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) terkecil adalah 8.071%, dengan banyak fitur 2, 4 hidden neuron, dan persentase perbandingan antara data *training* dan data *testing* 80%:20% [12].

Penelitian lainnya mengenai perhitungan akurasi peramalan menggunakan metode *Extreme Learning Machine* (ELM) berjudul “Peramalan Konsumsi Listrik di Daerah Balikpapan Menggunakan Metode *Extreme Learning Machine*”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat peramalan dengan bantuan JST metode ELM di daerah Balikpapan sehingga dapat memberikan masukan bagi PLN untuk mengetahui peningkatan konsumsi listrik pelanggan di masa yang akan datang. Data dibagi menjadi 2, yaitu data *training* dan



data *testing* dan menghasilkan MSE (*Mean Squared Error*) sebesar 0,03313 dengan *speed training* 9,72 detik pada percobaan *hidden layer* ke 6. Kemudian membandingkan data yang didapat dari PLN dengan data hasil ramalan sehingga menghasilkan nilai akurasi MAPE 7,79%. sehingga kriteria peramalan dikatakan sangat baik karena nilai akurasi MAPE kurang dari 10%. Akan tetapi dalam penelitian ini pembagian antara data *training* dan *testing* hanya dengan persentase 80%:20% [13]

Berdasarkan permasalahan yang terjadi untuk mengatasi masalah mengenai metode yang akurat dalam melakukan peramalan konsumsi energi listrik, maka dalam penelitian ini akan dilakukan analisis metode *JST Extreme Learning Machine* untuk menghitung akurasi peramalan konsumsi energi listrik dimana akan dilakukan peramalan konsumsi energi listrik dengan rentang waktu dari bulan Januari 2020 hingga bulan Desember 2020 kemudian mengukur keakuratan hasil ramalan dengan membandingkannya dengan data aktual yang didapat. Data yang digunakan adalah data sekunder yang didapat dari BPS kota Pekanbaru.

Dalam penelitian ini data sekunder yang telah dikumpulkan dibagi menjadi 2, yaitu data *training* dan data *testing* dengan membuat rancangan pola inputan. Data *training* digunakan untuk memperoleh *output* yang berupa nilai *output weight*, data *testing* digunakan untuk mengevaluasi metode *Extreme Learning Machine* berdasarkan proses *training* yang telah dilakukan sehingga menghasilkan hasil peramalannya. Dalam penelitian sebelumnya [13] persentase pembagian antara data *training* dan *testing* yang digunakan hanya 80%:20%. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan dilakukan variasi pembagian antara data *training* dan *testing* dengan persentase yaitu 20%:80%, 40%:60%, 50%:50%, 60%:40% dan 80%:20 untuk setiap sektor yaitu sektor rumah tangga, sektor industri, sektor bisnis dan sektor publik. Variasi persentase pembagian data yang dilakukan untuk mempermudah dalam pembagian data karena rancangan data pola inputan yang digunakan sebanyak 60 pola sehingga diharapkan mempermudah dalam pengolahan data yang digunakan untuk peramalan. Dilakukan pembagian data persentase dengan tujuan dapat mengetahui parameter terbaik dalam pembagian data yang digunakan untuk mengukur akurasi peramalan berdasarkan dari nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) apabila nilai $MAPE < 10\%$ maka peramalan dikatakan sangat baik.

Pada penelitian ini akan dilakukan peramalan untuk mengukur akurasi peramalan konsumsi energi listrik menggunakan *software* MATLAB dengan menggunakan metode jaringan syaraf tiruan algoritma *Extreme Learning Machine*. Proses ini meliputi proses



training dan *testing* agar nantinya bisa diketahui persentase pembagian data yang terbaik sebagai *input* data dan mengetahui apakah metode *Extreme learning Machine* akurat dalam melakukan peramalan konsumsi energi listrik berdasarkan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*).

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan dengan metode *Extreme Learning Machine* maka peneliti tertarik melakukan analisis peramalan konsumsi energi listrik dengan menghitung akurasi dengan metode tersebut, oleh karena itu penelitian yang ingin diangkat oleh peneliti berjudul “**Analisis Peramalan Konsumsi Energi Listrik dengan Metode Extreme Learning Machine Beserta Tingkat Akurasinya di Kota Pekanbaru**”. Sehingga hasil dari penelitian ini diharapkan metode *Extreme Learning Machine* dapat digunakan untuk melakukan peramalan konsumsi energi listrik dengan hasil yang akurat berdasarkan dari nilai MAPE.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang akan dibahas adalah :

1. Bagaimana menganalisis dan membandingkan data hasil peramalan tahun 2020 metode *Extreme Learning Machine* terhadap data aktual untuk peramalan konsumsi energi listrik?
2. Berapa nilai parameter persentase pembagian data yang optimal dalam menghitung akurasi peramalan konsumsi energi listrik di kota Pekanbaru menggunakan metode *Extreme Learning Machine* berdasarkan nilai MAPE ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis dan membandingkan data hasil peramalan tahun 2020 metode *Extreme Learning Machine* terhadap data aktual untuk peramalan konsumsi energi listrik.
2. Mengetahui nilai parameter persentase pembagian data yang optimal dalam menghitung akurasi peramalan konsumsi energi listrik di kota Pekanbaru menggunakan metode *Extreme Learning Machine* berdasarkan nilai MAPE

1.4 Batasan masalah

Dalam penelitian ini, peneliti menetapkan batasan pada objek penelitian, diantaranya:

1. Data konsumsi listrik untuk penelitian diambil dari BPS di kota Pekanbaru.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Data konsumsi listrik yang digunakan adalah data konsumsi energi listrik pelanggan sektor rumah tangga, industri, bisnis dan publik.
- Data konsumsi listrik yang diambil merupakan data konsumsi listrik bulanan yang dimulai dari bulan Januari 2014 sampai Desember 2020.
- Peramalan yang dilakukan yaitu dari bulan Januari 2020 hingga Desember 2020.
- Dalam Penelitian ini hanya membahas mengenai konsumsi energi listrik pelanggan di kota Pekanbaru dan tidak membahas mengenai penyediaan atau pembangkitan energi listrik di kota Pekanbaru

Manfaat Penelitian

- Untuk penulis
Metode yang digunakan dapat diterapkan di kehidupan nyata sebagai alat untuk menghitung perkiraan konsumsi energi listrik yang digunakan dan memahami langkah-langkah dalam menganalisis, memahami rumus dan cara mengukur akurasi peramalan konsumsi energi listrik sehingga meningkatkan wawasan dan pengetahuan penulis.
- Bagi Lembaga Pendidikan
Sebagai referensi untuk penelitian yang nantinya bisa dipelajari pembaca.
- Bagi Perusahaan
Hal ini diharapkan dapat membantu dalam menentukan metode peramalan konsumsi listrik yang akurat sehingga dapat merencanakan penggunaan energi listrik untuk pelanggan dengan hasil yang optimal.
- Bagi Masyarakat
Dapat menghimbau masyarakat di daerah tersebut yang menggunakan energi listrik untuk tahun kedepannya melakukan penghematan listrik.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memberikan gambaran singkat tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini memberikan penjelasan tentang teori-teori yang terkait dengan penelitian ini, yaitu seperti konsep metode *Extreme Learning Machine* Selain itu juga memuat teori-teori pendukung terkait dengan penelitian tugas akhir ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN



Bab ini mencakup penjelasan tentang proses dan alur penelitian yang mencakup beberapa tahap seperti identifikasi masalah, pengumpulan data, melakukan perencanaan langkah-langkah penelitian dan tahap pelaksanaan.

BAB IV HASIL DAN ANALISIS

Pada bab ini berisi penjelasan hasil, pengolahan data dalam menyelesaikan penelitian sesuai dengan alur yang dibahas oleh peneliti.

BAB V PENUTUP

Memuat beberapa kesimpulan hasil akurasi peramalan dan saran jika ada kemungkinan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.



- Halcyon Publishing UIN Suska Riau**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Studi Literatur

Dalam proses penelitian tugas akhir ini, telah dilakukan studi literatur dari beberapa penelitian sebelumnya guna sebagai referensi untuk mendapatkan informasi yang relevan dengan penelitian tugas akhir ini. Sumber-sumber informasi yang didapat berasal dari buku, jurnal dan sumber-sumber lainnya. Berikut ini beberapa penelitian sebelumnya yang merupakan referensi teori penelitian tugas akhir ini yang berhubungan dengan masalah yang ingin diselesaikan oleh peneliti dari berbagai sumber:

Penelitian [12] yang berjudul “Penerapan Metode *Extreme Learning Machine* untuk Prediksi Konsumsi Batubara Sektor Pembangkit Listrik Tenaga Uap. Tujuan dari penelitian ini adalah agar prediksi konsumsi batubara sektor PLTU bisa dikendalikan sesuai dengan produksinya walaupun setiap tahun terjadi peningkatan konsumsi batubara akibat dari pertumbuhan ekonomi. Penelitian ini menggunakan metode *Extreme Learning Machine* untuk memecahkan masalah dalam penelitian yang akan dilakukan karena memiliki keunggulan yaitu memiliki nilai akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode konvensional pada jaringan syaraf tiruan lainnya. Dalam penelitian ini proses prediksi dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu normalisasi data, menghitung nilai prediksi menggunakan metode *Extreme Learning Machine*, denormalisasi data, dan menggunakan nilai error MAPE. Berdasarkan hasil pengujian data konsumsi batubara harian dalam satu tahun, nilai MAPE terkecil adalah 8.071%, dengan banyak fitur 2, 4 hidden neuron, dan persentase perbandingan data *training* dan data *testing* 80%:20% menggunakan fungsi aktivasi sigmoid.

Penelitian [13] yang berjudul “Peramalan Konsumsi Listrik di daerah Balikpapan menggunakan Metode *Extreme Learning Machine*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat peramalan dengan bantuan metode *Extreme Learning Machine* di daerah Balikpapan sehingga dapat memberikan masukan bagi PLN untuk mengetahui peningkatan konsumsi listrik pelanggan dimasa yang akan datang. Metode yang digunakan adalah metode *Extreme Learning Machine* dengan bantuan aplikasi Google Colab untuk melakukan peramalan konsumsi energi listrik untuk pelanggan. Data yang didapat berasal dari PLN Balikpapan yakni data pelanggan sektor rumah tangga kecil dan menengah sebanyak 1000 pelanggan. Data dibagi menjadi 2, yaitu data *training* dan data *testing* dan menghasilkan MSE (*Mean Squared Error*) sebesar 0,03313 dengan *speed training* 9,72



detik pada percobaan *hidden layer* ke 6. Kemudian membandingkan data yang di dapat dari PLN dengan data hasil ramalan sehingga menghasilkan nilai akurasi MAPE 7,79% sehingga kriteria peramalan dikatakan sangat baik karena nilai akurasi MAPE kurang dari 10%.

Penelitian [14] yang berjudul "Peramalan Pemakaian Air Pada PLTGU di Pembangkitan Listrik Jawa Bali Unit Gresik menggunakan *Extreme Learning Machine* dengan Optimasi Algoritma Genetika" Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengatasi kendala PLTGU dalam pengolahan air seperti, perbedaan perlakuan pengisian air, kebocoran pipa, dan proses desalinasi yang memakan waktu lama, sehingga kinerja turbin menjadi tidak stabil dengan melakukan peramalan konsumsi air yang menggunakan metode *Extreme Learning Machine* dan Optimalisasi Algoritma Genetika. Hasil pengujian dengan menggunakan ELM dan Algoritma Genetika menunjukkan bahwa nilai rata-rata MAPE adalah 0,428 % nilai *crossover rate* (Cr) dari parameter perbandingan 0,4, *mutation rate* (Mr) 0,6, populasi 200, pembangkitan 1.000, hal ini dapat dilihat dari hasil MAPE yang diperoleh bahwa, dibandingkan dengan metode ELM, kombinasi metode ELM dan Algoritma Genetika dapat mengurangi nilai *error* dalam peramalan.

Penelitian [15] yang berjudul "Peramalan Beban Listrik Jangka Pendek menggunakan *Support Vector Machine* yang ditingkatkan dan *Extreme Learning Machine*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan peramalan beban listrik dari pola konsumsi atau pemakaian untuk memantau konsumsi energi listrik dan pembangkitan energi listrik dengan beberapa variasi. Dalam penelitian ini, sebuah metode baru berbasis pembelajaran mendalam diimplementasikan untuk kelistrikan memuat perkiraan. Model tiga langkah juga diterapkan, termasuk *hybrid feature selector* (*XGboost and decision tee*), penghapusan redundansi menggunakan ekstraksi fitur teknik (*Recursive Feature Elimination*) dan klasifikasi atau perkiraan menggunakan SVM (*Support Vector Machine*) yang ditingkatkan dan ELM (*Extreme Learning Machine*). Hyperparameter ELM disetel dengan algoritma meta-heuristik, yaitu Algoritma Genetika dan hyperparameter SVM disetel dengan Algoritma *Grid Search*, Hasil simulasi ditampilkan dalam bentuk grafik dan nilai ditampilkan dalam bentuk tabel dan menunjukkan bahwa metode SVM yang ditingkatkan dengan ELM mengungguli SOTA (*State Of The Art*) dalam hal akurasi dan kinerja. Akurasi peramalan *Extreme Learning Machine* berbasis Algoritma Genetika (ELM-GA) dan *Support Vector Machine* berbasis *Grid Search* (SVM-GS) masing-masing



adalah 96,3% dan 93,25%. Akurasi teknik yang ditingkatkan, yaitu ELM-GA dan SVM-GS masing-masing 10% dan 7% lebih tinggi dari metode SOTA.

Penelitian [16] yang berjudul Peramalan Kapasitas Baterai Asam Timbal dengan Metode *Extreme Learning Machine*. Penelitian ini membahas peramalan kapasitas baterai pada mobil listrik menggunakan baterai *lead acid* dengan menggunakan algoritma *Extreme Learning Machine*. Dalam peramalan menggunakan teknik validasi dua model yaitu *holdout* validasi dan *cross* validasi. Perancangan mobil listrik menggunakan 8 buah baterai *lead acid* yang dirangkai seri masing-masing 4 baterai kemudian di paralel. Kapasitas masing-masing baterai sebesar 70 Ah dan tegangan 12 V. sedangkan beban dimodelkan dengan sebuah motor dengan daya 5 Hp tegangan 240 V dan 1750 rpm. Kemudian tahap merancang sistem pada peramalan kapasitas dan waktu habis baterai menggunakan jaringan syaraf tiruan yang ada pada software MATLAB dengan algoritma *Extreme Learning Machine*. Hasil peramalan kapasitas baterai menggunakan *Extreme Learning Machine* menunjukkan hasil yang lebih baik pada teknik *cross validation* dibanding dengan *Holdout validation* dengan mengambil contoh pada kondisi akselerasi memiliki hasil *holdout* 28.8779 Ah dan *cross validation* 28.9929 Ah sedangkan hasil tanpa metode 28.9487 Ah. Dan saat ditinjau dari *error* persen yang dihasilkan nilai *holdout* 0.2445% dan *cross validation* bernilai 0,1527%. Kesimpulan dari hasil tersebut disebabkan pada teknik *cross validation* himpunan data secara acak diubah menjadi sub himpunan sesuai dengan nilai *fold* yang diinginkan sehingga memperluas data *training* dan data *testing* dalam peramalan.

Peneliti menyimpulkan bahwa beberapa sumber referensi studi literatur di atas, penelitian ini akan membahas mengenai bagaimana hasil akurasi peramalan konsumsi energi listrik di kota Pekanbaru menggunakan metode *Extreme Learning Machine* dengan menggunakan aplikasi MATLAB. Penelitian ini menggunakan data konsumsi energi listrik pelanggan di kota Pekanbaru. Data yang digunakan diperoleh dari BPS kota Pekanbaru dengan data konsumsi energi listrik setiap bulan dari Januari 2014 sampai Desember 2020.

Dari beberapa studi literatur jurnal diatas, penelitian ini sangat mendekati dengan penelitian [13], namun yang membedakan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah pada penelitian sebelumnya data yang digunakan hanya dari sektor rumah tangga dengan sampel sebanyak 1000 pelanggan, selain itu parameter persentase pembagian antara data *training* dan data *testing* yang digunakan hanya 80%:20% sehingga perlu dilakukan percobaan perhitungan akurasi dengan perbandingan parameter persentase



lainnya. Oleh karena itu dalam penelitian ini peneliti juga akan menambahkan analisis akurasi peramalan konsumsi energi listrik untuk tidak hanya dari sektor rumah tangga tetapi juga dari sektor industri, bisnis dan publik selain itu peneliti juga akan melakukan variasi persentase perbandingan pembagian antara data *training* dan data *testing* tidak hanya 80%:20% akan tetapi persentase perbandingan pembagian data *training* dan data *testing* sebesar 20%:80%, 40%:60%, 50%:50%, 60%:40% dan 80%:20% untuk setiap sektor dengan tujuan mengetahui parameter persentase pembagian data yang paling optimal dalam menghitung akurasi peramalan.

2.2 Energi Listrik

Energi listrik adalah energi yang berasal dari muatan listrik yang menghasilkan medan listrik melalui pergerakan elektron pada sebuah konduktor dalam ion-ion pada zat cair atau gas. Listrik memiliki beberapa satuan yang digunakan yaitu arus memiliki satuan Ampere disimbolkan dengan (A), tegangan memiliki satuan Volt disimbolkan dengan (V) dan Daya memiliki satuan Watt disimbolkan dengan (W). Energi listrik didistribusikan melalui jaringan kabel bawah tanah dan udara. Dimana listrik dihasilkan oleh aliran muatan dari saluran positif ke saluran negatif. listrik dan magnet membentuk interaksi yang fundamental yang disebut elektromagnetik [17].

2.2.1 Konsumsi Energi Listrik

Konsumsi listrik mengacu pada listrik yang digunakan oleh kelompok sektor rumah tangga, industri, bisnis dan publik yang dihitung selama 1 bulan. Pengukuran konsumsi daya menggunakan Jumlah KWh meter. KWh meter adalah alat penghitungan Konsumsi daya, banyak atau sedikitnya penggunaan energi listrik bisa dihitung dengan mengalikan hasil jumlah pemakaian dan intensitas penggunaan energi.

2.2.2 Golongan Tarif Listrik

Menurut Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia (PERMEN ESDM- RI) nomor 09 tahun 2015 tentang tarif tenaga listrik yang disediakan oleh perusahaan perseroan (persero) PT Perusahaan Listrik Negara (PLN). Tarif dasar harga listrik telah ditetapkan oleh pemerintah di seluruh Indonesia. Berikut tarif dasar listrik menurut Permen ESDM no.9 tahun 2015 [18]:

1. 1.300 VA (R-1/TR) untuk keperluan rumah tangga kecil pada tegangan rendah,
2. 2.200 VA (R-1/TR) untuk keperluan rumah tangga kecil pada tegangan rendah,
3. 3.500 VA - 5.500 VA (R-2/TR) untuk keperluan rumah tangga menengah pada tegangan rendah.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4. 6.600 VA ke atas (R-3/TR) untuk keperluan rumah tangga besar pada tegangan rendah.
5. 6.600 VA - 200 kVA (B-2/TR) untuk keperluan bisnis menengah pada tegangan rendah
6. 200 kVA (B-3/TM) untuk keperluan bisnis besar pada tegangan menengah
7. 200 kVA ke atas (I-3/TM) untuk keperluan industri menengah pada tegangan menengah.
8. 10.000 kVA ke atas (I-4/TM) untuk keperluan industri besar pada tegangan tinggi.
9. 6.600 VA - 200 kVA (P-1/TR) untuk keperluan kantor pemerintah sedang pada tegangan rendah.
10. 200 kVA (P-2/TM) ke atas untuk keperluan kantor pemerintah besar pada tegangan menengah.
11. Tarif untuk keperluan penerangan jalan umum pada tegangan rendah, (P-3/TR)
12. Tarif untuk keperluan layanan khusus, pada tegangan rendah, tegangan menengah, dan tegangan tinggi (L/TR, TM, TT)

2.3 Peramalan (Forecasting)

Peramalan (*forecasting*) adalah suatu kegiatan yang memprediksi nilai dalam variabel yang akan datang berdasarkan nilai variabel yang diketahui dari masa lalu atau variabel yang terhubung [19]. Peramalan berperan penting dalam kehidupan, di zaman modern saat ini banyak metode yang dapat memecahkan masalah dalam peramalan, salah satunya dengan metode *Extreme Learning Machine* (ELM). Peramalan kinerja dengan melakukan simulasi pada data *training* atau data latih dan kemudian diuji dengan data *testing*. Berikut merupakan jenis-jenis dalam peramalan listrik [13]:

1. Peramalan jangka sangat pendek, waktu peramalan yaitu 5 menit sampai 30 menit
2. Peramalan jangka pendek, waktu peramalan yaitu kurang dari 30 bulan
3. Peramalan jangka waktu menengah, yaitu antara 1 tahun hingga 5 tahun
4. Peramalan jangka waktu panjang, yaitu lebih dari 5 tahun

2.4 Deret Waktu (Time series)

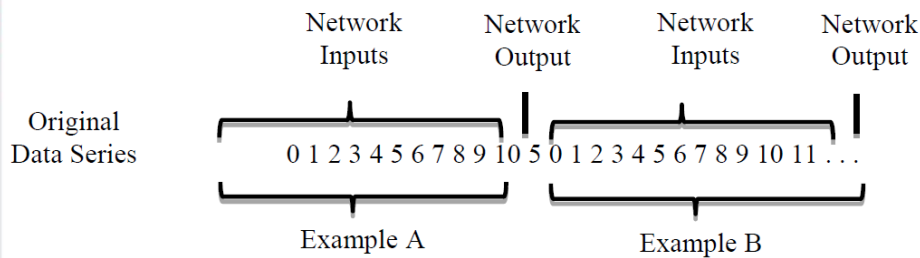
Deret waktu adalah studi yang diurutkan berdasarkan waktu atau dalam dimensi lain. Tujuannya untuk mengamati atau memodelkan data *series* yang ada untuk memperkirakan nilai data selanjutnya yang dapat diprediksi secara akurat. Secara historis nilai penggunaan variabel *time series* dapat dibagi menjadi deret waktu deterministik dan deret waktu stokastik. Deret waktu deterministik adalah deret waktu ketika suatu situasi



akan terjadi. Hal tersebut dapat diprediksi dengan pasti dan tidak perlu diteliti lagi. Deret waktu stokastik adalah penelitian yang menggunakan deret waktu, dimana menggunakan waktu di masa depan dengan probabilitas, menurut penelitian sebelumnya [19]. *Time series* dalam jaringan syaraf tiruan adalah untuk memprediksi deret waktu masa depan dari nilai x sampai nilai saat ini. Dapat dinyatakan sebagai fungsi $f : R^N \rightarrow R$ maksudnya kembali dari waktu t ke waktu t untuk mendapatkan nilai perkiraan x pada waktu $(t + d)$. Peramalan deret waktu (*time series*) dapat dijabarkan dalam persamaan [19]:

$$f(x(t), x(t-1), x(t-N+1) \text{ dan } x(t+d) = f(x(t)) \quad (2.1)$$

Di mana $x(t)$ adalah jeda waktu x N-vektor. Biasanya akan menjadi 1, jadi f bisa memprediksi nilai x selanjutnya.



Gambar 2.1 Persamaan *Time Series* [19].

2.5 Jaringan Syaraf Tiruan (*Neural Network*)

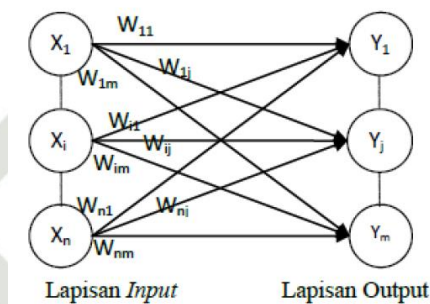
Jaringan Syaraf Tiruan atau yang biasa dikenal dengan istilah ANN (*Artificial Neural Network*) merupakan salah satu bagian dari *machine learning*. Jaringan syaraf tiruan merupakan sistem yang digunakan untuk memproses informasi. Sistem ini terdiri dari beberapa elemen pemrosesan yang satu sama lainnya saling berhubungan yang bekerja untuk menyelesaikan suatu masalah. Sistem pembelajaran dalam kehidupan makhluk hidup melibatkan pembetulan atau kesalahan dalam hubungan sinaptik yang terjadi di antara neuron.

Karakteristik informasi yang dapat diolah menggunakan JST mirip dengan jaringan syaraf tiruan biologis. JST adalah model matematika umum dari proses pemahaman manusia dengan dibuat berdasarkan beberapa informasi, antara lain: [20].

1. Neuron merupakan proses informasi yang berada dalam unsur-unsur yang sederhana.
2. Sinyal mengalir melalui saraf atau hubungan antar neuron
3. Bobot setiap sambungan penghubung yang bersesuaian.
4. Menerapkan fungsi aktivasi pada sinyal penjumlahan yang memiliki bobot di setiap sel syaraf, dan memasukkan bobot untuk menentukan keluaran sinyal.

JST dibuat dari sejumlah besar unsur pemrosesan yang saling berhubungan yang bekerja secara selaras yang berfungsi sebagai neuron. Pola-pola informasi *input* dan *output* yang diberikan kedalam jaringan syaraf tiruan diproses dalam neuron. Neuron-neuron tersebut terkumpul di dalam lapisan-lapisan yang disebut *layers*. Dalam jaringan syaraf tiruan yang terdiri dari beberapa neuron satu lapisan disebut lapisan neuron. Neuron lain dalam satu lapisan akan dihubungkan dengan lapisan lainnya. Kemudian informasi yang dihasilkan oleh lapisan ini yang di dapat dari neuron yang ditransmisikan ke semua lapisan, yaitu dari *input layer* ke *output layer* melalui *hidden layer*. Jaringan syaraf tiruan dibagi menjadi 3 lapisan, dan ada juga jaringan syaraf yang tidak memiliki *hidden layer*. berikut adalah jenis untuk arsitektur jaringan syaraf tiruan [13]:

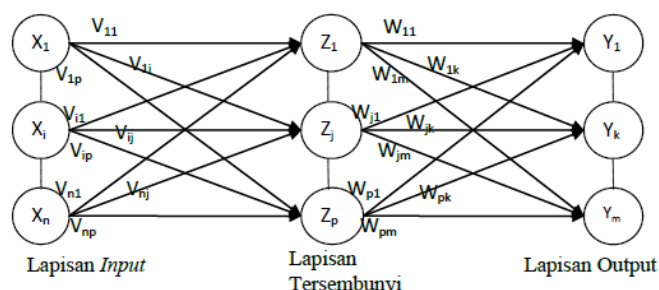
1. *Single layer net* atau jaringan lapisan tunggal



Gambar 2.2. *Single layer net* [13].

Pada jaringan syaraf tiruan satu lapisan neuron diatur di beberapa lapisan-lapisan paling sederhana. Di jaringan ini lapisan masukan dari node sumber, kemudian informasi diproyeksikan ke lapisan keluaran Neuron, tapi tidak sebaliknya. Jaringan ini merupakan jenis *feedforward input layer* Karena tidak ada penghitungan yang dilakukan, sebab di node sumber tidak dihitung.

2. *Multilayer Net* atau jaringan dengan banyak lapisan

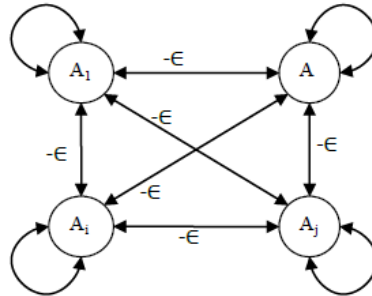


Gambar 2.3. *multilayer net* [13].

Pada jaringan syaraf tiruan *multilayer* ini memiliki fungsi yang lebih dalam memecahkan masalah pelatihan dari pada *Single layer net*. Pelatihan di jaringan ini lebih

baik karena dapat dibagikan jaringan untuk memecahkan masalah yang tidak bisa diselesaikan oleh *Single layer net*. Karena *Single layer net* tidak dapat dilatih untuk menampilkan dengan benar.

3. *Competitive layer net* atau jaringan dengan lapisan kompetitif.



Gambar 2.4 *Competitive layer net* [13].

Pada jaringan syaraf tiruan dengan lapisan kompetitif hubungan antar neuron di lapisan tidak seperti jaringan syaraf tiruan lainnya. *Competitive layer net* tidak dapat ditunjukkan pada arsitekturnya. Pada *Competitive layer net* kumpulan neuron yang bersaing agar bisa menjadi aktif dimana yang menang mengambil semua bagian.

Pada jaringan syaraf tiruan terdapat fungsi aktivasi yang dapat digunakan untuk menentukan keluaran suatu neuron dengan berargumen *net input*. *Net input* terdiri dari kombinasi *linier input* beserta bobotnya. Tujuan dari fungsi ini adalah untuk mengubah keluaran kekisaran nilai tertentu. Berikut ini adalah fungsi aktivasi yang sering digunakan di jaringan saraf

a. Fungsi sigmoid biner

Interval keluaran dari fungsi sigmoid biner adalah 0 sampai 1, dengan membentuk kurva S yang dapat menghasilkan keluaran yang lebih cepat. Fungsi Sigmoid biner dapat dinyatakan sebagai persamaan (2.2):

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

$f(x)$ = fungsi aktivasi sigmoid biner.

e^{-x} = eksponensial pangkat minus data ke- x .

b. Fungsi sigmoid bipolar

Interval keluaran dari fungsi sigmoid bipolar adalah -1 sampai 1, Fungsi bipolar sigmoid dapat dinyatakan sebagai persamaan (2.3):

$$f(x) = \frac{1-e^{-x}}{1+e^{-x}} \dots\dots\dots (2.3)$$



2.5.1 Normalisasi Data

Normalisasi data dilakukan karena rentang nilai *input* tidak sama. Normalisasi data merupakan cara untuk mentransformasikan data sesuai kebutuhan untuk membuatnya lebih kecil. Konversi ini adalah alat untuk memproses data *mining*. Dalam penelitian ini, data yang digunakan akan disesuaikan dengan cara menormalisasi data. Tujuan dari normalisasi data adalah:

1. Untuk menghilangkan kerangkapan data.
2. Untuk mengurangi kompleksitas.
3. Untuk mempermudah pemodifikasian data.

Normalisasi data digunakan untuk untuk proses yang menggunakan jaringan saraf. Data dinormalisasikan kedalam interval yang lebih kecil yaitu interval [0,1] atau interval [-1,1]. Rumus menghitung normalisasi data dinyatakan dalam rumus (2.4) dan (2.5) berikut [21]:

Konversi yang digunakan untuk mentransformasikan data menjadi interval [0,1]:

$$X = 0,8 * \frac{X_p - \min\{X_p\}}{\max\{X_p\} - \min\{X_p\}} + 0,1 \dots \dots \dots (2.4)$$

Konversi yang digunakan untuk mentransformasikan data menjadi interval [-1,1]:

$$X = 0,8 * \frac{X_p - \min\{X_p\}}{\max\{X_p\} - \min\{X_p\}} - 1 \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan:

- X_p = nilai data aktual yang belum dinormalisasi
- $\max(X_p)$ = nilai maksimum pada data aktual
- $\min(X_p)$ = nilai minimum pada data aktual.

2.5.2 Denormalisasi Data

Denormalisasi data merupakan pengembalian data ke bentuk aslinya. Tahap ini dilakukan untuk membandingkan nilai peramalan dengan nilai aslinya pada algoritma *Extreme Learning Machine*. Berikut merupakan rumus denormalisasi data untuk interval [0,1] pada persamaan (2.6) dan [-1,1] pada persamaan (2.7) [21] :

$$X = \frac{(X_p - 0,1) * (\max\{X_p\}) - \min\{X_p\}}{0,8} + \min\{X_p\} \dots \dots \dots (2.6)$$

Berikut Perubahan yang digunakan dalam denormalisasi data dalam interval [-1,1] pada persamaan (2.7) [21]:

$$X = 0,8 * (X_p + 1) * (\max\{X_p\}) - \min\{X_p\} + \min\{X_p\} \dots \dots \dots (2.7)$$



Keterangan:

1. Nilai data sesudah di denormalisasi.
2. Data keluaran sebelum dinormalisasi

$\text{Max}(X_p)$ = Data maksimum pada data aktual sebelum dinormalisasi.

$\text{Min}(X_p)$ = Data minimum pada data aktual sebelum dinormalisasi.

Extreme Learning Machine (ELM)

Metode ELM adalah metode baru pada JST (Jaringan Syaraf Tiruan). Metode ini diperkenalkan oleh Huang [8] pada tahun 2004. ELM adalah jaringan syaraf tiruan *feedforward* dengan *single hidden layer* Atau disebut SLFNs (*Single Hidden Layer Feedforward Neural Network*). Metode *Extreme Learning Machine* dirancang untuk mengatasi kelemahan jaringan Syaraf tiruan yaitu pada kecepatan pembelajarannya, alasan mengapa jaringan syaraf tiruan *feedforward* lain mempunyai kecepatan pembelajaran yang rendah yaitu [22]:

1. Karena menggunakan algoritma pembelajaran berbasis *slow gradient based* pada proses pelatihan data.
2. Semua parameter di jaringan ditentukan berulang kali menggunakan metode pembelajaran tersebut.

Pada metode pembelajaran *Conventional gradient based learning algorithm* seperti *Backpropagation* (BP) semua parameter pada JST *feedforward* harus ditentukan secara manual. Parameter yang dimaksud adalah *input weight* dan *hidden bias*. Parameter-parameter seperti *input weight* dan *hidden bias* pada *Extreme Learning Machine* dipilih secara acak, sehingga menjadikan ELM memiliki kecepatan pembelajaran yang cepat dan dapat menghasilkan performa generalisasi yang baik. Metode pada *Extreme Learning Machine* memiliki model matematis yang berbeda dari JST *feedforward* lainnya. Model matematis *Extreme Learning Machine* lebih efektif dan sederhana. Berikut model matematis ELM yang disimbolkan dengan (X_i, X_t) .

$$X_i = [X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{in}]^T \in R^n \dots\dots\dots (2.8)$$

$$X_t = [X_{t1}, X_{t2}, \dots, X_{tn}]^T \in R^m \dots\dots\dots (2.9)$$

Untuk standar SLFNs dengan jumlah *hidden nodes* hingga N dan fungsi aktivasi $g(x)$ digambarkan secara matematis sebagai berikut:

$$\sum_{i=1}^N \beta_{bi} (x_j) = \sum_{i=1}^N \beta_i g(w_i, x_{bi}) = O_i \dots\dots\dots (2.10)$$

$$\beta = H^+ * T \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan :



Hak Cipta Ditangguhkan UIN Suska Riau
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
2. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

= vektor *weight* yang menghubungkan *input node* dengan *i th hidden nodes*
= vektor *weight* yang menghubungkan *output node* dengan *i th hidden nodes*
threshold dari *i th hidden nodes*.

Merupakan *inner produk* dari w_i dan x_j

Dalam SLFN dengan lapisan, diasumsikan bahwa jumlah unit *hidden layer* dan fungsi $g(x)$. Dengan tingkat kesalahan adalah 0 dinyatakan dalam persamaan (2.12) dibawah ini:

$$\sum_{i=1}^n \|y_i - t_i\| = 0 \text{ sehingga } y_i = t_i \dots\dots\dots (2.12)$$

$$\sum_{i=1}^n \beta(g(w_i \cdot X_j + b_i)) = t_i \dots\dots\dots (2.13)$$

Keterangan:

y_i Nilai hasil dari JST

t_i Nilai target yang dihasilkan untuk setiap output

Menentukan matriks dari target output dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$T = \beta * H \dots\dots\dots (2.14)$$

Dimana H adalah pada persamaan (2.13) *hidden layer output matrix* $g(w_1 \cdot x_1 + b_1)$

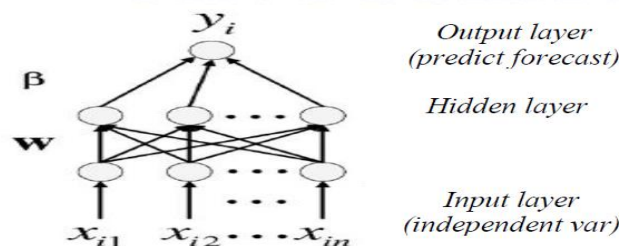
Menampilkan output dari *hidden nodes* yang terkait dengan nilai input x_1 . β adalah matriks dari *output weight* dan T adalah matriks dari *output* atau target. Pada bobot masukan ELM dan *hidden bias* dipilih secara *random*, hasilnya *output weight* yang didapat dari hubungan *hidden layer* ditentukan dengan rumus (2.11) dibawah ini:

$$\beta = H^+ * T.$$

Dimana H^+ adalah hasil dari matriks *pseudo inverse* dari matriks H

2.6.1 Arsitektur Extreme Learning Machine.

Berikut adalah gambar struktur *Extreme Learning Machine* (ELM). struktur ELM tersebut terdiri dari lapisan masukan yang berisi variabel bebas, lapisan tersembunyi, dan lapisan keluaran untuk prediksi peramalan. Konfigurasi sederhana dari algoritma *Extreme Learning Machine* dijelaskan pada Gambar 2.5 dibawah ini:



Gambar 2.5 Arsitektur *Extreme Learning Machine* (ELM) [22].

Keterangan Gambar 2.5 diatas adalah sebagai berikut :



1. *Input* = merupakan masukan yang ditujukan untuk pengenalan atau pembelajaran dalam mengenali suatu objek.
2. *Weight* = beban yang selalu mengalami perubahan setiap diberikan *input* sebagai pengenalan atau pembelajarannya.
3. *Processing unit (Hidden layer)* = merupakan tempat berlangsungnya proses pengenalan suatu objek berdasarkan beban yang diberikan.
4. *Output* = keluaran dari hasil pengenalan suatu objek.

Pada pengujian ELM diperoleh *input weight* dan *output weight* yang didapat dari proses hasil *training*, kemudian melakukan peramalan dengan metode *Extreme Learning Machine*. Data dibagi menjadi data *training* dan data *testing*. Pada fase *input*, nilai akan dinormalisasi terlebih dahulu sebelumnya diubah dengan rentang dengan rumus normalisasi data pada persamaan (2.6) dan (2.7) pada data *training*. Oleh karena itu, hasil proses *Extreme Learning Machine* harus melalui proses denormalisasi supaya mudah untuk membaca nilainya. Algoritma ELM akan dijelaskan di bawah ini [8].

2.6.2 Algoritma Extreme Learning Machine

Pada algoritma *Extreme learning machine* terdapat beberapa tahapan yang terdiri dari 3 tahapan yaitu inialisasi *input weight* dan *bias*, menghitung keluaran dari lapisan tersembunyi dan perhitungan bobot akhir. Dalam proses inialisasi *input weight* dan *bias*, nilai *input weight* setiap unit adalah (X_i), dan *bias* adalah b yang didapat dari hasil acak. Setiap unit *hidden* akan dihitung untuk menghasilkan jumlah *output* menggunakan persamaan $g(W_i \cdot X_j + b_i)$ lalu menghitung bobot akhir (β) kemudian menggunakan aktivasi dengan fungsi aktivasi sigmoid. Selama proses *training*, setiap unit keluaran membandingkan aktivasi dengan nilai targetnya untuk mengetahui *error* hasil *output*. Jika *error* melebihi batasan, proses inialisasi *input weight* dan *bias* akan dilakukan ulang hingga mendapatkan bobot yang optimal [13].

2.6.2.1 Langkah-langkah proses training

Berikut langkah-langkah dalam proses *training* metode *Extreme Learning Machine* [21].:

1. Inialisasi bobot dan *bias*
2. Setiap unit input (x_1, \dots, x_n) menerima sinyal *input* dan menyebarkannya di semua lapisan unit (*unit hidden*) di atasnya.
3. Hitung setiap keluaran dari lapisan tersembunyi (*hidden layer*) dengan rumus (w_1, x_1, b_1) .

4. Gunakan persamaan (2.11) dibawah ini untuk menghitung nilai bobot akhir (β) dari *hidden layer*

$$\beta = H^+ * T.$$

Dimana H^+ adalah matriks Moore Penrose yang didapat dari persamaan [13]:

$$H^+ = (H^T * H)^{-1} * H^T \dots\dots\dots (2.15)$$

2.6.2.2 Jumlah *hidden layer*

Banyaknya neuron akan mempengaruhi efektifitas akurasi hasil peramalan dengan data yang digunakan dalam metode *Extreme Learning Machine* (ELM). percobaan penghitungan neuron pada *hidden layer* (lapisan tersembunyi) cocok dimanfaatkan untuk peramalan dengan beberapa proses *training*. Jumlah neuron *hidden* pertama dimulai ketika jumlah neuron *hidden* adalah 3 karena nilai paling bawah pada proses *training* [20].

2.6.2.3 Langkah-langkah proses *testing*

Proses *testing* bertujuan melakukan evaluasi metode *Extreme Learning Machine* yang dilakukan setelah melalui proses *training*. Setelah menyelesaikan proses *training* JST *Extreme Learning Machine*, langkah selanjutnya adalah melakukan proses *testing* dengan langkah-langkah dibawah ini.

1. Inisialisasi *input weight* dan *bias* yang ada pada proses *training* untuk mengatur fungsi aktivasi yang digunakan.
2. Setiap unit *input* (x_1, \dots, x_n) menghitung *output* jaringan (Y).
3. Gunakan fungsi aktivasi untuk mengubah *output* jaringan [21]

2.7 Pengukuran Tingkat Kesalahan Peramalan

Keakuratan peramalan merupakan aspek yang penting untuk mengetahui apakah suatu metode akurat dalam melakukan peramalan. Keakuratan peramalan diukur dari semakin kecilnya kesalahan dalam peramalan dengan membandingkannya dengan data aktual. Terdapat tiga nilai ukuran kesalahan yang biasa digunakan untuk menghitung akurasi peramalan yaitu: yaitu MAD (*Mean Absolute Deviation*), MSE (*Mean Squared Error*), dan MAPE (*Mean Absolute Percent Error*). MAD adalah rata-rata kesalahan absolut, MSE adalah kesalahan kuadrat serta MAPE adalah rata-rata persentase kesalahan absolut.

2.7.1 MSE (*Mean Squared Error*)

MSE digunakan untuk mengukur *error* yang ada pada metode ini sebagai ukuran statistik standar yang merupakan nilai rata-rata kesalahan kuadrat MSE (*Mean Squared Error*). Hasil dari tingkat akurasi ini adalah dalam bentuk desimal mendekati angka 1.



Rumus yang digunakan untuk menghitung ukuran kesalahan kuadrat MSE dalam persamaan (2.16) dibawah ini [22]:

$$MSE = \frac{\sum e_i^2}{n} = \frac{\sum (X_i - F_i)^2}{n} \dots\dots\dots (2.16)$$

Keterangan:

- MSE Nilai *error* peramalan
- n Banyaknya data yang diuji
- X_i Nilai data asli ke-i
- F_i Nilai data peramalan ke-i

Untuk setiap hasil peramalan tidak akan sesuai dengan hasil data aslinya. Perbedaan hasil peramalan dan data asli itulah yang disebut kesalahan dalam peramalan. Ketetapan peramalan dengan metode *Extreme Learning Machine* didapat dengan mencari nilai selisih ukuran kesalahan peramalan. Oleh karena itu, peramalan akan semakin akurat apabila semakin kecil nilai ukuran MSE [23].

2.7.2 MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*)

MAPE merupakan salah satu dari beberapa cara yang dapat digunakan sebagai evaluasi untuk mengukur keakuratan hasil peramalan yang sering digunakan. Perhitungan MAPE bertujuan untuk menentukan tingkat kesalahan absolut dalam peramalan dibandingkan dengan nilai aslinya. Rumus untuk menghitung MAPE dapat dinyatakan dalam persamaan (2.17) di bawah ini [10]:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{\hat{y}_i - y_i}{y_i} \right| * 100 \dots\dots\dots (2.17)$$

Keterangan:

- n banyaknya data yang diuji
- y_i nilai data asli
- \hat{y} nilai data hasil peramalan.

Tabel 2.1 Persentase kriteria MAPE

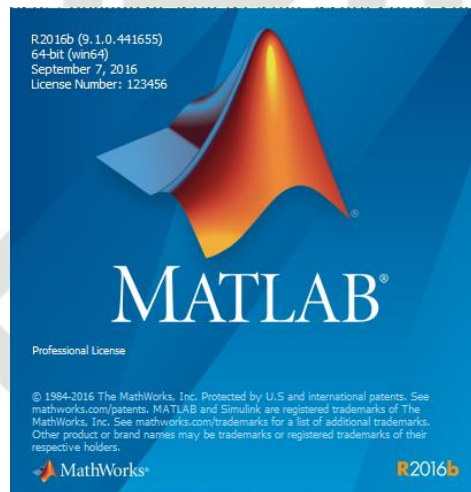
No	Persentase nilai MAPE	Keterangan
1	Nilai <i>MAPE</i> < 10%	Peramalan sangat baik
2	Nilai <i>MAPE</i> 10% - 20%	Peramalan baik
3	Nilai <i>MAPE</i> 20% - 50%	Peramalan cukup
4	Nilai <i>MAPE</i> > 50%	Peramalan tidak akurat



MATLAB

MATLAB adalah singkatan dari *Mathematics Laboratory* atau *Matrix Laboratory*.

Dalam ilmu komputer, MATLAB diartikan sebagai bahasa pemrograman digunakan untuk melakukan operasi matematika atau operasi aljabar matriks. MATLAB adalah bahasa pemrograman yang dikembangkan oleh The Mathwork Inc. Ini memiliki fungsi dan fitur yang berbeda dari bahasa pemrograman lain yang ada (seperti Basic, Delphy dan C ++). Tujuan awal pembuatan MATLAB adalah untuk dengan mudah mengakses data matriks proyek LINPACK dan EISPACK. Dalam penelitian kali ini versi MATLAB yang digunakan untuk mengukur akurasi peramalan konsumsi energi menggunakan metode *Extreme Learning Machine* adalah MATLAB R2016B [10].



Gambar 2.6 Tampilan Awal *Software* MATLAB

Sebagai sebuah sistem MATLAB terdiri dari 5 bagian utama, yaitu:

1. *Development environment*

Merupakan sekumpulan perangkat yang membantu dalam menggunakan fungsi-fungsi dan file MATLAB, beberapa dari perangkat ini adalah *graphical user interfaces* (GUI). Termasuk di dalamnya adalah MATLAB *desktop* dan *Command Window*, *Command History*, sebuah editor, dan browsers untuk melihat *help*, *workspace files*, dan *search path*.

2. *MATLAB Mathematical Function Library*

Merupakan sekumpulan algoritma perhitungan yang dimulai dari fungsi dasar, misalnya: *sum*, *sin*, *cos*, dan aritmatika kompleks, sampai dengan fungsi-fungsi yang lebih kompleks seperti *matrix inverse*, *matrix eigenvalues*, *Bessel functions*, dan *fast Fourier Transforms*.

3. *MATLAB Language*



Adalah suatu *high-level matrix/array language* dengan *control flow statements* *functions*, *data structures*, *input/output*, dan fungsi berorientasi objek Pemrograman. Ini memungkinkan kita untuk melakukan dua hal pada waktu yang sama “program dengan cara yang sederhana” menghasilkan hasil yang cepat dan “program dalam skala yang lebih besar” untuk mendapatkan hasil dan aplikasi yang kompleks.

Graphics

MATLAB dapat menampilkan vektor dan matriks sebagai angka, ini melibatkan fungsi lanjutan. Digunakan untuk memvisualisasikan data dua dimensi dan data tiga dimensi, pemrosesan gambar, animasi, dan grafik demo, yang juga menyertakan fungsi level rendah yang memungkinkan anda memunculkan grafik mulai dari bentuk sederhana hingga tingkatan *graphical user interfaces* pada aplikasi MATLAB.

5. MATLAB Application Program Interface (API)

Adalah suatu *library* yang memungkinkan program yang telah ditulis dalam bahasa C dan Fortran mampu berinteraksi dengan MATLAB, ini melibatkan fasilitas untuk pemanggilan *routines* dari MATLAB (*dynamic linking*), pemanggilan MATLAB sebagai sebuah *computational engine*, dan untuk membaca dan menulis sebuah *MAT-files* [24].

MATLAB memiliki jendela tampilan yang bermacam-macam diantaranya:

1. MATLAB Command Window

MATLAB *Command window* merupakan sebuah jendela yang akan muncul ketika pertama kali menjalankan aplikasi MATLAB. Pada jendela tampilan ini kita bisa melakukan akses-akses ke *command-command* MATLAB dengan mengetikkan perintah algoritma-algoritma pada MATLAB seperti mengakses *help window* dan lainnya. *Command window* dijalankan untuk melakukan perintah atau program yang dibuat pada tampilan jendela editor MATLAB. Kita dapat menelusuri perintah dengan cara memasukkan algoritma ataupun komponen pendukung yang ada pada MATLAB. Salah satu ciri-ciri dari *Command Window* adalah tanda prompt(>>) pada bagian kiri *Command Window*. *Command Window* digunakan untuk mengeksekusi instruksi setiap baris, untuk mengeksekusi baris instruksi maka menekan tombol enter pada *keyboard*

Berikut merupakan perintah-perintah dasar pada *Command Window*:

a. Help

Menampilkan semua *help topic* pada MATLAB

b. What general

Menampilkan instruksi- instruksi yang tersedia di direktori general



c. *Help clear*

Menampilkan penjelasan detail pada instruksi *clear*

d. *Help ops*

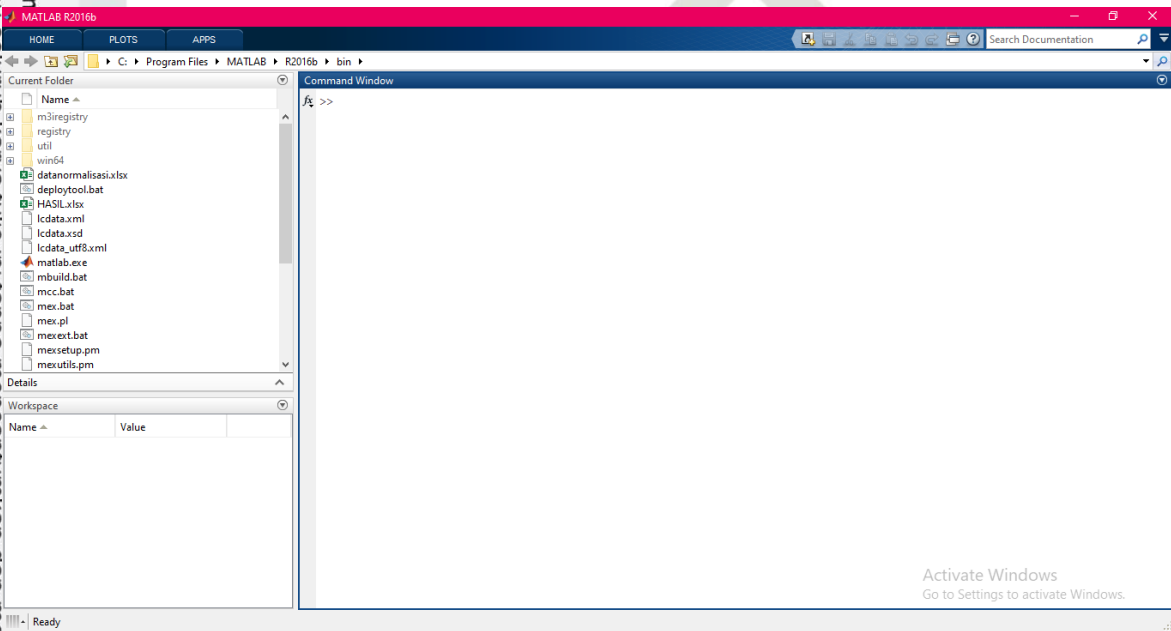
Menampilkan penulisan operator-operator pada MATLAB

e. *clc*

Digunakan untuk membersihkan layar pada *Command Window*

f. *clear*

Digunakan untuk menghapus variabel pada *workspace*

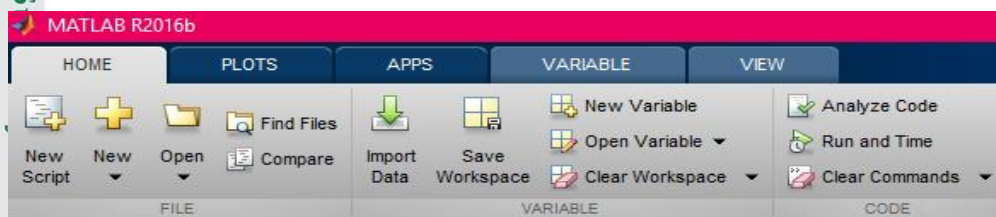


Gambar 2.7 Tampilan Aplikasi MATLAB

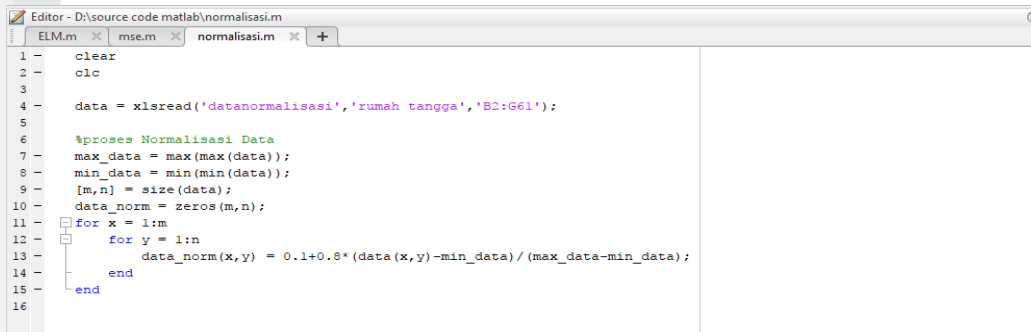
2. *MATLAB Editor/Debugger*

MATLAB Editor berfungsi sebagai editor *script* MATLAB (M-file), walaupun *script* ini untuk pemrograman MATLAB tetapi bisa menggunakan editor yang lain seperti notepad. Untuk mengakses *script* pada jendela tampilan M-file, dilakukan sebagai berikut:

- Untuk *Script* baru, pilih menu *home*, kemudian pilih *new script*
- Untuk *Script* yang telah disimpan sebelumnya, pilih menu *home*, kemudian pilih *open*.



Gambar.2.8 Tampilan Home pada MATLAB



Gambar 2.9 Tampilan Editor pada MATLAB

Workspace

Workspace berfungsi menyimpan secara langsung maupun tidak langsung seluruh variabel yang dijalankan dari instruksi program MATLAB. Secara fundamental *Workspace* mencatat seluruh data variabel dalam setiap segmen memori. Untuk menampilkan variabel yang tersimpan pada memori dapat menggunakan instruksi *who* atau *who's* melalui *Command Window*. *Syntax who* berfungsi untuk menampilkan variabel yang tersimpan dalam memori dan *syntax who's* berfungsi untuk menampilkan detail variabel yang tersimpan dalam memori.

	1	2	3	4	5	6	7
1	80.0092	79.1212	72.7596	74.0487	71.3749		
2	75.3415	77.6812	74.4268	75.4644	72.3044		
3	84.5458	80.5307	73.8246	74.5826	72.7534		
4	82.9866	80.5033	71.7974	73.2838	70.3968		
5	87.9761	81.3492	73.7007	74.1615	72.8959		
6	79.6178	79.3952	74.6601	75.6116	72.8011		
7	84.4279	80.4174	75.1185	75.9090	74.2949		
8	85.0510	81.0326	75.5269	76.8065	74.8804		
9	83.2893	80.1270	76.5250	77.5465	75.7585		
10	80.2614	78.2260	75.4152	75.8836	74.5996		
11	78.3522	77.1236	74.0479	74.9196	73.2231		
12	78.5325	77.3410	75.7916	76.1246	74.8286		
13							
14							
15							
16							
17							

Gambar 2.10 Tampilan *Workspace* pada MATLAB

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Jenis penelitian

Jenis Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan menggunakan metode deskriptif. Penelitian kuantitatif biasanya dinyatakan dalam bentuk angka, grafik, dan menggunakan rumus statistik dalam perhitungannya, penelitian kuantitatif adalah metode penelitian yang spesifikasinya sistematis, terencana, terstruktur dengan jelas dan akurat. Metode deskriptifnya adalah metode yang digunakan untuk mendeskripsikan atau memberikan gambaran umum mengenai objek yang diteliti melalui data atau sampel yang telah dikumpulkan dari institusi terkait tanpa melakukan rekayasa. Metode deskriptif bertujuan untuk mendeskripsikan objek penelitian maupun hasil penelitian.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kota Pekanbaru dikarenakan beberapa hal sebagai berikut:

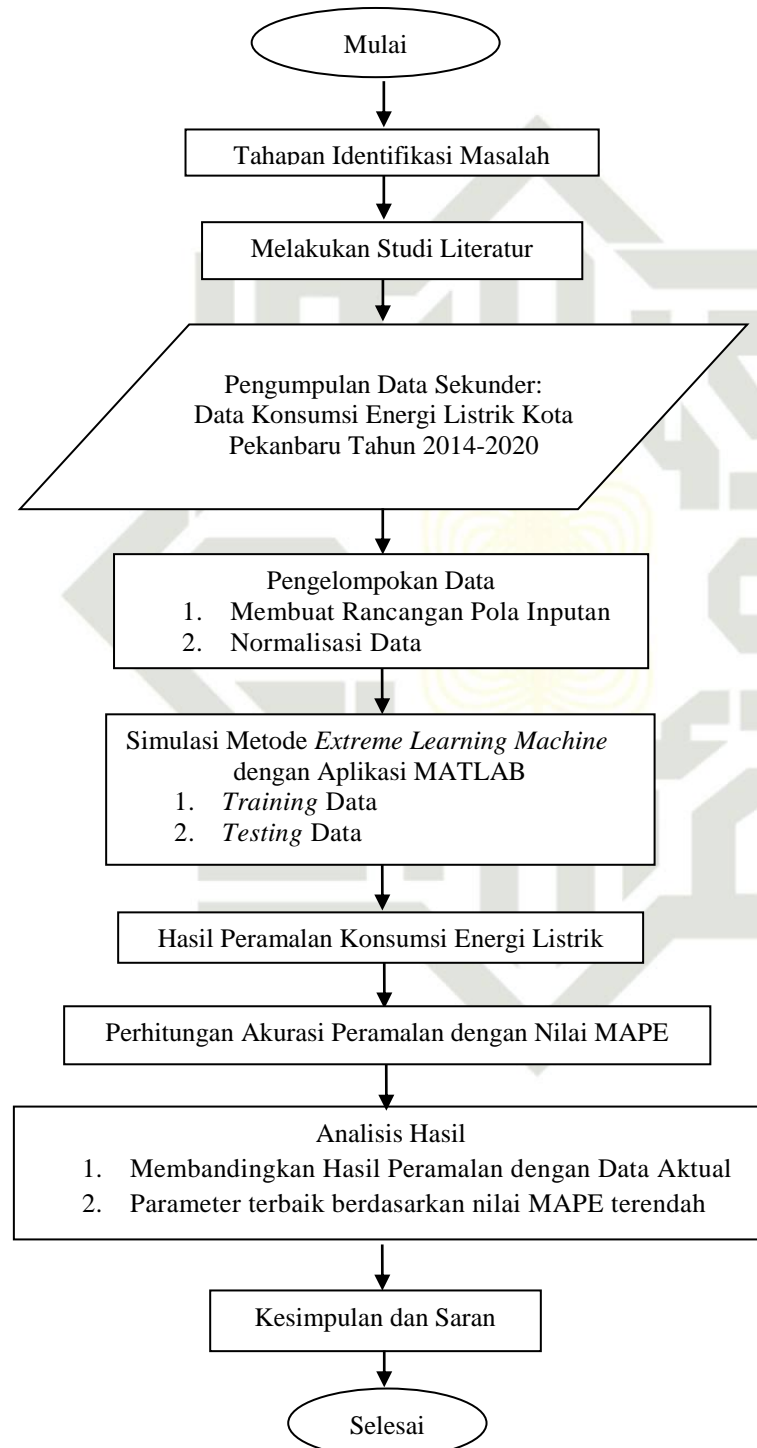
1. Pekanbaru adalah ibukota dari provinsi Riau sekaligus merupakan daerah dengan jumlah populasi terbanyak di provinsi Riau yakni pada tahun 2020 jumlah penduduk kota Pekanbaru sebesar 983.356 jiwa dengan laju pertumbuhan penduduk mengalami peningkatan sebesar 3,04 % [4].
2. Setiap tahunnya pertumbuhan ekonomi di Pekanbaru mengalami peningkatan, laju pertumbuhan PDRB kota Pekanbaru pada tahun 2019 sebesar 2,83%. Dengan meningkatnya pertumbuhan ekonomi di Pekanbaru, menyebabkan konsumsi energi listrik mengalami peningkatan setiap tahunnya [3].

3.3 Tahapan Penelitian

Proses analisis perhitungan akurasi hasil peramalan konsumsi energi listrik di kota Pekanbaru dimulai dari tahap identifikasi masalah, kemudian melakukan studi literatur. Tahap selanjutnya adalah mengumpulkan data sekunder yang dibutuhkan ke instansi terkait. Setelah mengumpulkan semua data, kemudian, selanjutnya dilakukan pengolahan data mulai dari pengelompokan data dengan membuat rancangan pola inputan dan normalisasi data selanjutnya simulasi peramalan metode *Extreme Learning Machine* mulai dari proses *training* data, dan *testing* data dengan menggunakan aplikasi MATLAB. Jika semua tahap tersebut berjalan dengan lancar sesuai yang diinginkan dan telah di dapatkan hasil dari proses *testing* data, maka selanjutnya melakukan perhitungan nilai error dengan rumus MSE (*Mean Squared Error*) apabila nilai MSE <1 maka selanjutnya melakukan



denormalisasi data dengan tujuan mengembalikan data ke bentuk aslinya untuk mendapatkan hasil peramalan di tahun 2020 dan terakhir menghitung akurasi peramalan menggunakan rumus MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) sebagai evaluasi untuk mengukur keakuratan hasil peramalan menggunakan metode *Extreme Learning Machine* yang dilakukan.



Gambar 3.1 *Flowchart* Alur Penelitian

2. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.



3.4 Tahapan Identifikasi Masalah

Tahap identifikasi masalah merupakan tahap-tahap yang dilakukan dalam masalah untuk melakukan peramalan. Tahapannya adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi masalah

Permasalahan yang akan dikemukakan dalam penelitian ini adalah jumlah penduduk yang terus meningkat, seiring dengan peningkatan pertumbuhan ekonomi dan konsumsi energi listrik mengakibatkan permintaan energi listrik semakin meningkat, permasalahan yang terjadi di kota Pekanbaru yaitu apabila energi listrik yang didistribusikan dari generator jumlahnya lebih besar daripada kebutuhan beban sehingga menyebabkan terjadinya rugi-rugi energi listrik bagi PLN di kota Pekanbaru, maksudnya hal itu dapat menyebabkan kerugian bagi penyedia energi yaitu PLN (Persero) kota Pekanbaru. Jika hal ini terjadi instalasi energi listrik dapat mengalami kerusakan.

Oleh karena itu perlu dilakukan peramalan konsumsi energi listrik guna menjaga kestabilan antara pasokan energi listrik di kota Pekanbaru dengan permintaan pelanggan. Banyak metode yang digunakan dalam peramalan akan tetapi sering terjadi ketidaksesuaian antara hasil peramalan dengan data aslinya. Oleh sebab itu perhitungan akurasi peramalan sangat diperlukan untuk mengetahui apakah metode yang digunakan akurat dalam melakukan peramalan konsumsi energi listrik. Dalam penelitian ini akan dilakukan analisis peramalan metode *Extreme Learning Machine* untuk akurasi peramalan dengan tujuan mengetahui keakuratan metode tersebut dalam peramalan konsumsi energi listrik.

2. Membuat tujuan

Tujuan penelitian adalah target yang ingin dicapai oleh peneliti dalam penelitian berdasarkan masalah yang ada. Tujuan yang ingin dicapai adalah Menganalisis dan membandingkan data hasil peramalan tahun 2020 metode *Extreme Learning Machine* terhadap data aktual untuk peramalan konsumsi energi listrik dan mengetahui nilai parameter persentase pembagian data yang optimal dalam mengukur akurasi peramalan konsumsi energi listrik berdasarkan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*)

3. Penetapan judul

Judul adalah pola dasar pemikiran dalam sebuah penelitian yang mendeskripsikan secara garis besar penelitian. Dari permasalahan dan tujuan yang dijelaskan, penulis mengangkat judul mengenai “Analisis Peramalan Konsumsi Energi Listrik dengan Metode *Extreme Learning Machine* Beserta Tingkat Akurasinya di Kota Pekanbaru”.

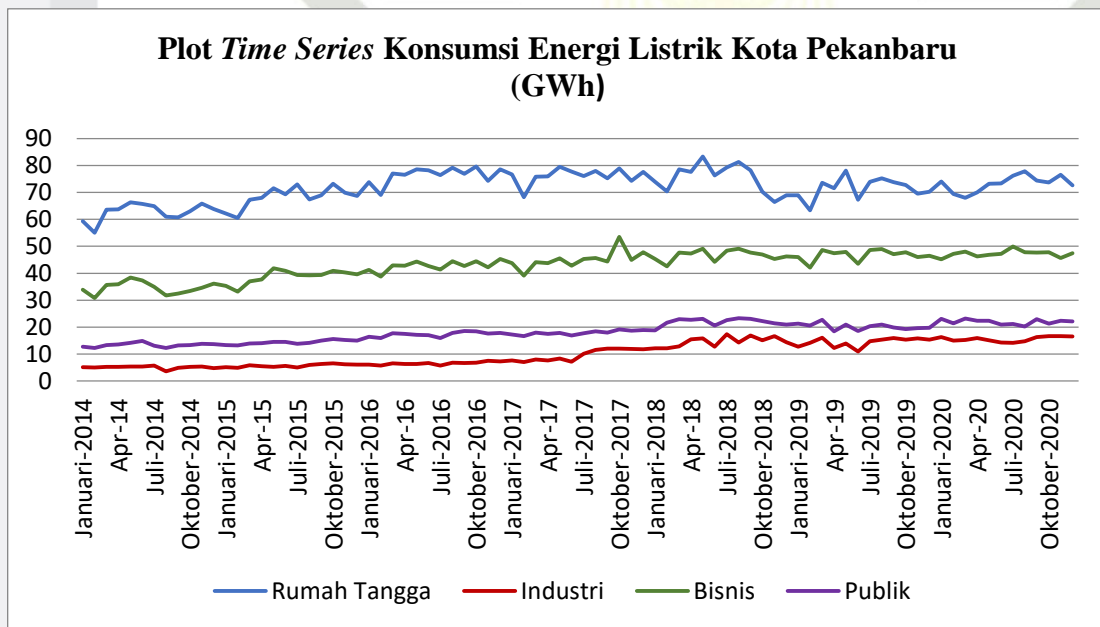


Studi Literatur

Pada tahap studi literatur mengumpulkan beberapa penelitian yang diperlukan sebagai referensi dalam penelitian seperti jurnal, buku, penelitian peramalan lainnya yang terkait dengan peramalan konsumsi dan penerapan metode *Extreme Learning Machine* pada dataset konsumsi listrik dan pembelajaran dengan bahasa pemrograman. Untuk penelitian yang relevan, teori yang digunakan dan metode yang digunakan dilakukan analisa sehingga mendapatkan teori yang mendukung dalam penelitian ini.

Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini, data yang dikumpulkan merupakan data sekunder. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber atau pihak lain yaitu BPS kota Pekanbaru. Data yang digunakan merupakan jenis data yang diperlukan dalam peramalan konsumsi energi listrik yaitu data konsumsi energi listrik kota Pekanbaru pada sektor rumah tangga, industri, bisnis dan publik dari bulan Januari 2014 hingga Desember 2020 dengan satuan GWh (*GigaWatt Hours*). Pada Gambar 3.2 dibawah ini merupakan plot *time series* konsumsi energi listrik sektor rumah tangga, industri, bisnis dan publik. Dalam penelitian ini Tabel data konsumsi energi listrik kota Pekanbaru dilampirkan pada lampiran A.1.



Gambar 3.2 Plot *Time Series* Konsumsi Energi Listrik Kota Pekanbaru

3.7 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan setelah pengumpulan data. Dalam pengolahan data, dilakukan pengelompokan data dengan membuat rancangan pola inputan yang selanjutnya dinormalisasi data menggunakan aplikasi MATLAB



3.7.1 Pengelompokan Data

Setelah melakukan pengumpulan data, selanjutnya melakukan pengelompokan data dengan membuat rancangan pola data inputan sebagai contoh pada Tabel 3.1. Kemudian data masukan yang digunakan untuk penelitian ini terdiri dari 5 neuron masukan, yaitu X_1 sampai X_5 dan diasumsikan dapat memberikan pola yang sederhana agar dapat memberikan pembelajaran yang baik. Rancangan pola data inputan untuk sektor rumah tangga, industri, bisnis dan publik dilampirkan pada lampiran A.2, dalam rancangan pola data inputan data akan dibagi menjadi 2 yaitu data *training* dan data *testing* dengan parameter persentase 20%:80%, 40%:60%, 50%:50%, 60%:40%, 80%:20%, untuk setiap sektor. Pada Tabel 3.1 di bawah ini merupakan contoh rancangan pola data inputan untuk setiap sektor.

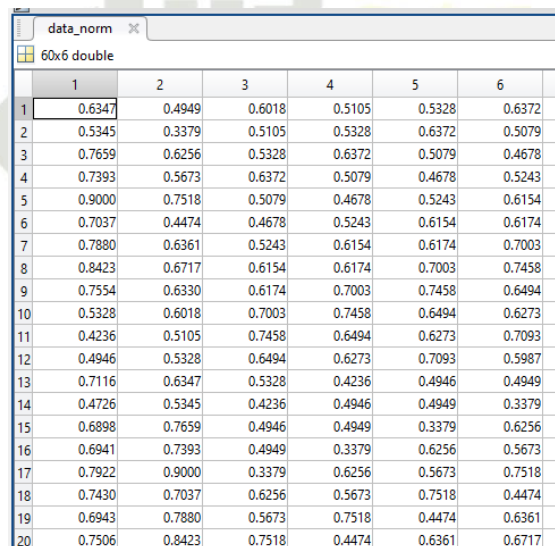
Tabel 3.1 Rancangan Pola Data Inputan

Pola ke	Data masukan (X_1, X_2, \dots, X_5)					Target
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	
1	Data bulan Januari 2018 sebelumnya	Data bulan Januari 2019 sebelumnya	Data bulan Oktober sebelumnya	Data bulan November sebelumnya	Data bulan Desember sebelumnya	Data bulan Januari 2020
2	Data bulan Februari 2018 sebelumnya	Data bulan Februari 2019 sebelumnya	Data bulan November sebelumnya	Data bulan Desember sebelumnya	Data bulan Januari sebelumnya	Data bulan Februari 2020
3	:	:	:	:	:	:
58	Data bulan ke n-24	Data bulan ke n-12	Data bulan ke n-3	Data bulan ke n-2	Data bulan ke n-1	Data bulan n
59	Data bulan November 2014	Data bulan November 2015	Data bulan Agustus 2016	Data bulan September 2016	Data bulan Oktober 2016	Data bulan November 2016
60	Data bulan Desember 2014	Data bulan Desember 2015	Data bulan September 2016	Data bulan Oktober 2016	Data bulan November 2016	Data bulan Desember 2016

3.7.2 Normalisasi Data

Data dalam rancangan pola data inputan dinormalisasikan menjadi data yang lebih kecil yakni ke interval $[0,1]$ sehingga dapat digunakan untuk data masukan pada jaringan dengan mengubah data tersebut menjadi angka desimal. *Ms.Excel* digunakan untuk mengumpulkan data rancangan pola inputan. Dalam proses normalisasi data menggunakan aplikasi MATLAB dilakukan untuk mendapatkan hasil normalisasi data. List algoritma program normalisasi data dilampirkan pada lampiran C.1.

Normalisasi data diperlukan untuk mendapatkan nilai dalam rentang tertentu. Sesuai dengan keluaran dari fungsi aktivasi. Tujuan normalisasi data yaitu mengurangi kompleksitas data, menghilangkan data duplikat dan memudahkan untuk memodifikasi data. Hasil proses normalisasi data untuk sektor rumah tangga, industri, bisnis dan publik dilampirkan pada lampiran pada Lampiran B.1. Berikut merupakan contoh hasil normalisasi data pada sektor rumah tangga pada Gambar 3.3 di bawah ini:



	1	2	3	4	5	6
1	0.6347	0.4949	0.6018	0.5105	0.5328	0.6372
2	0.5345	0.3379	0.5105	0.5328	0.6372	0.5079
3	0.7659	0.6256	0.5328	0.6372	0.5079	0.4678
4	0.7393	0.5673	0.6372	0.5079	0.4678	0.5243
5	0.9000	0.7518	0.5079	0.4678	0.5243	0.6154
6	0.7037	0.4474	0.4678	0.5243	0.6154	0.6174
7	0.7880	0.6361	0.5243	0.6154	0.6174	0.7003
8	0.8423	0.6717	0.6154	0.6174	0.7003	0.7458
9	0.7554	0.6330	0.6174	0.7003	0.7458	0.6494
10	0.5328	0.6018	0.7003	0.7458	0.6494	0.6273
11	0.4236	0.5105	0.7458	0.6494	0.6273	0.7093
12	0.4946	0.5328	0.6494	0.6273	0.7093	0.5987
13	0.7116	0.6347	0.5328	0.4236	0.4946	0.4949
14	0.4726	0.5345	0.4236	0.4946	0.4949	0.3379
15	0.6898	0.7659	0.4946	0.4949	0.3379	0.6256
16	0.6941	0.7393	0.4949	0.3379	0.6256	0.5673
17	0.7922	0.9000	0.3379	0.6256	0.5673	0.7518
18	0.7430	0.7037	0.6256	0.5673	0.7518	0.4474
19	0.6943	0.7880	0.5673	0.7518	0.4474	0.6361
20	0.7506	0.8423	0.7518	0.4474	0.6361	0.6717

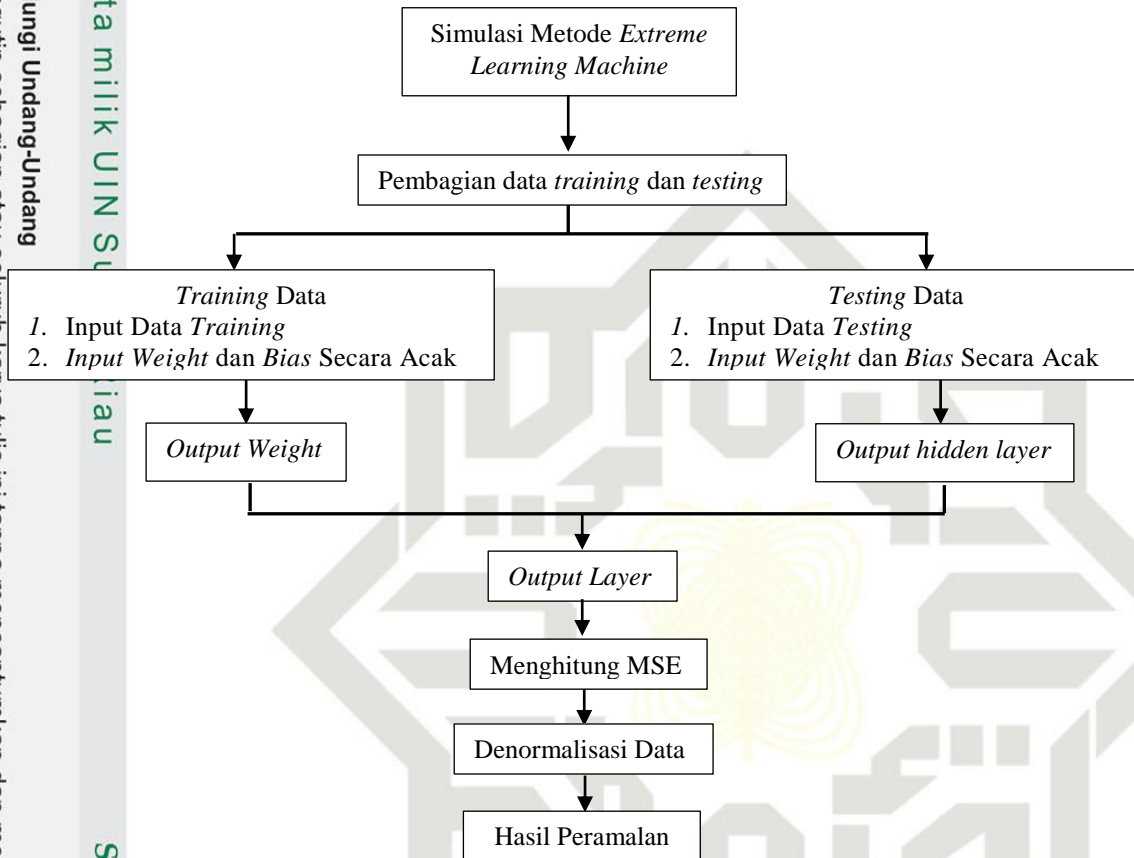
Gambar 3.3 Contoh Hasil Normalisasi Data Sektor Rumah Tangga

3.8 Simulasi Metode *Extreme Learning Machine* dengan Aplikasi MATLAB

Didalam simulasi metode *Extreme Learning Machine*, rancangan pola data inputan yang sudah dinormalisasi dibagi menjadi 2, data *training* dan data *testing* dengan melakukan beberapa variasi pembagian data yaitu:

1. 20% data *training* (pola ke 49-60) dan 80% data *testing* (pola ke 1-48)
2. 40% data *training* (pola ke 37-60) dan 60% data *testing* (pola ke 1-36)
3. 50% data *training* (pola ke 31-60) dan 50% data *testing* (pola ke 1-30)
4. 60% data *training* (pola ke 25-60) dan 40% data *testing* (pola ke 1-24)
5. 80% data *training* (pola ke 13-60) dan 20% data *testing* (pola ke 1-12)

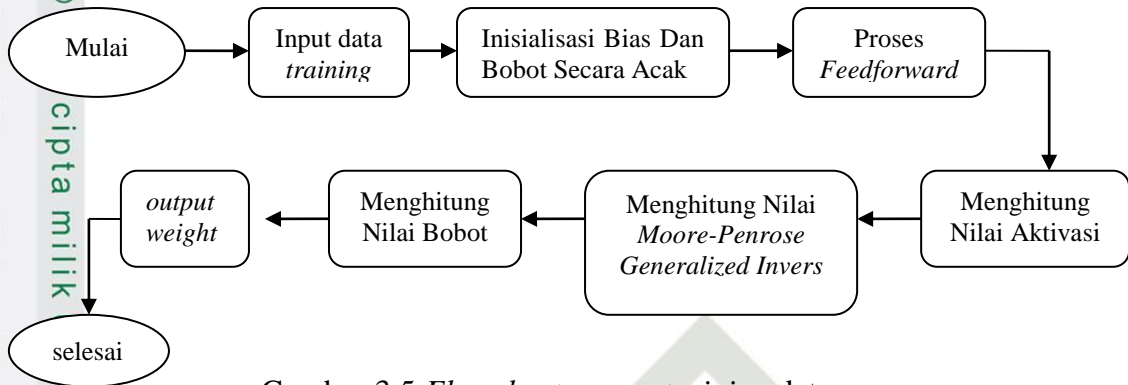
List program algoritma *training* dan *testing* metode *Extreme learning machine* ditampilkan dalam lampiran C.2. Pada Gambar 3.4 dibawah ini merupakan diagram alur simulasi metode *Extreme Learning Machine* hingga menghasilkan peramalan konsumsi energi listrik dari bulan Januari 2020 sampai Desember 2020.



Gambar 3.4 Diagram Alur Simulasi Metode *Extreme Learning Machine*

3.8.1 Training Data

Setelah melalui proses normalisasi data, selanjutnya melakukan proses *training* yang tujuannya untuk fokus pada hasil *output weight*. Hasil dari proses *training* data akan dilanjutkan ke proses *testing*. Data dibagi menjadi 2 yakni data *training* dimana persentase perbandingan jumlah data yang digunakan dalam proses *training* data yaitu 20%, 40%, 50%, 60% dan 80% dari data yang digunakan. Berikut merupakan langkah-langkah dalam proses *training* data :



Gambar 3.5 Flowchart proses *training data*

1. Inisialisasi nilai *input weight* dan *bias* secara acak, nilai yang diinisialisasi secara acak -1 hingga 1.
2. Kemudian pada proses *feedforward* hitung hasil *hidden* menggunakan rumus persamaan (3.1) [13]:

$$H_{int} = X_{training} \cdot W^T b \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan:

H_{int} = hasil keluaran dari *hidden layer*.

$X_{training}$ = hasil data *training*

W^T = hasil transpose *input weight*

b = hasil nilai *bias*

3. Kemudian gunakan persamaan (3.2) menghitung nilai fungsi aktivasi sigmoid [13]:

$$H = \frac{1}{1 + \exp(-H_{int})} \dots \dots \dots (3.2)$$

4. Kemudian menghitung transpose matriks *hidden layer* dengan fungsi aktivasi sigmoid H^T .
5. Selanjutnya menghitung matriks *Moore-Penrose Generalized Invers* dengan menggunakan rumus pada persamaan (2.15):

$$H^+ = (H^T * H)^{-1} * H^T$$

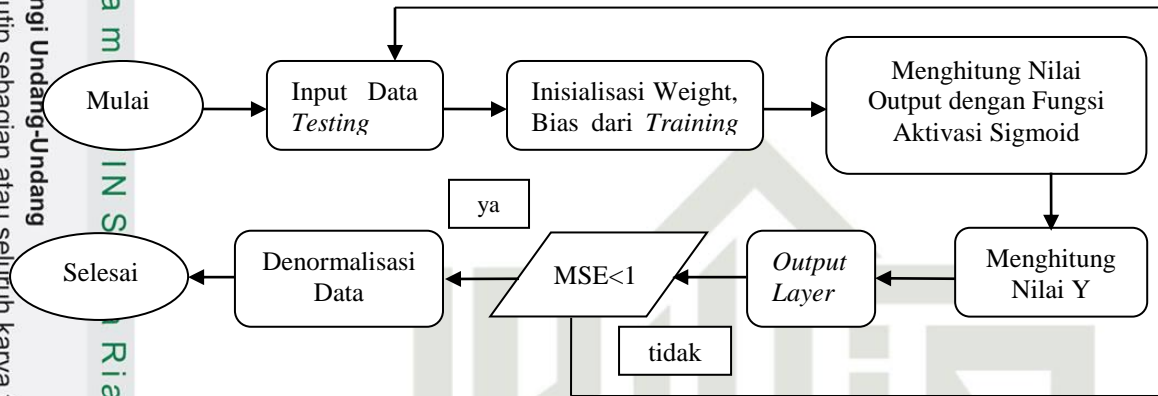
6. Kemudian melakukan perhitungan nilai matriks *output weight* dengan menggunakan rumus pada persamaan (2.11) :

$$W = H^+ * T$$

3.8.2 Testing Data

Proses *testing data* merupakan proses evaluasi metode *Extreme Learning Machine* setelah proses *training data* yang menghasilkan *output layer* sebagai hasil dari peramalan.

persentase perbandingan jumlah data yang digunakan dalam proses *training* data yaitu 20%, 40%, 50%, 60% dan 80% dari data yang digunakan. Proses *testing* data bertujuan untuk mendapatkan hasil peramalan. Berikut merupakan langkah-langkah alur proses *testing* data:



Gambar 3.6 Flowchart Proses *Testing* Data

1. Inisialisasi nilai *input weight* dan *bias* seperti pada proses *training*
2. Melakukan perhitungan nilai matrik *hidden layer* menggunakan fungsi aktivasi sigmoid dengan menggunakan rumus persamaan dibawah ini [11]:

$$H = \frac{1}{1 + \exp((-X_{test} \cdot W^T) + b))} \quad (3.3)$$

3. Kemudian menghitung hasil *Output Layer* menggunakan rumus [11]:

$$Y = H * \beta \quad (3.4)$$

Keterangan:

Y = *Output Layer*

H = *Output hidden layer*

β = *Output weight*.

Pada Gambar 3.7 di bawah ini merupakan contoh hasil proses *testing* metode ELM pada sektor rumah tangga persentase 80%:20%.

Variables - TY												
TY												
1x12 double												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0.5635	0.5898	0.6025	0.5358	0.6065	0.6038	0.6461	0.6627	0.6875	0.6547	0.6158	0.6612
2												
3												

Gambar 3.7 Contoh Hasil *Testing* pada Sektor Rumah Tangga Persentase 80%:20%

4. Selanjutnya menghitung nilai MSE (*Mean Squared Error*) untuk membandingkan seberapa akurat metode *Extreme Learning Machine* dengan data aslinya dengan menggunakan rumus pada persamaan (2.16).



5. Selanjutnya melakukan denormalisasi data dengan tujuan untuk mengembalikan nilai semula setelah melalui proses normalisasi pada saat melakukan proses *training* data. Dibawah ini merupakan rumus untuk menghitung denormalisasi data berdasarkan persamaan (2.6) [20]:

$$X = \frac{(X_p - 0,1) * (\max\{X_p\}) - \min\{X_p\}}{0,8} + \min\{X_p\}$$

Keterangan:

- = Nilai data sesudah di denormalisasi.
- = Data keluaran sebelum di denormalisasi
- = Data maksimum pada data aktual sebelum di normalisasi.
- = Data minimum pada data aktual sebelum di normalisasi

Hasil proses *testing* metode *Extreme Learning Machine* dikumpulkan dalam *Ms.Excel* dan kemudian menghitung MSE. Apabila nilai MSE <1 maka langkah selanjutnya proses denormalisasi data sehingga mendapatkan hasil peramalan konsumsi energi listrik dari bulan Januari 2020 sampai Desember 2020. List program MSE, denormalisasi data dan MAPE dilampirkan dalam Lampiran C.3

3.9 Hasil peramalan

Apabila proses denormalisasi data telah dilakukan maka akan mendapatkan hasil peramalan konsumsi energi listrik di kota Pekanbaru dari sektor rumah tangga, industri, bisnis dan publik dengan persentase pembagian data untuk setiap sektor dari bulan Januari 2020 hingga Desember 2020. Apabila hasil peramalan sudah didapatkan, kemudian membandingkan hasil peramalan dengan data aslinya menggunakan rumus perhitungan MAPE

3.10 Perhitungan Akurasi Hasil Peramalan dengan Nilai MAPE

Untuk Perhitungan akurasi peramalan metode *Extreme Learning Machine* menggunakan perhitungan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) pada persamaan (2.17). Perhitungan dilaksanakan guna untuk mengetahui parameter yang paling optimal/terbaik pada metode *Extreme Learning Machine* di kota Pekanbaru. Parameter yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu persentase pembagian antara data *training* dan data *testing*.

Setelah mendapatkan hasil peramalan maka langkah selanjutnya yaitu menghitung nilai MAPE untuk mengetahui apakah peramalan yang dilakukan akurat atau tidak, apabila nilai MAPE < 10% maka peramalan dikatakan sangat baik, semakin kecil nilai MAPE



maka peramalan dikatakan semakin akurat dan apabila nilai MAPE $>50\%$ maka peramalan tidak akurat.

3.11 Analisis Hasil

Analisis hasil yang dilakukan adalah menganalisa hasil peramalan konsumsi energi listrik dari simulasi metode *Extreme Learning Machine* dengan membandingkan hasil peramalan dengan data aktual serta menganalisis akurasi peramalan menggunakan perhitungan nilai MAPE untuk mengetahui parameter persentase perbandingan antara data *training* dan *testing* terbaik dalam melakukan peramalan konsumsi energi listrik metode *Extreme Learning Machine*.

3.11.1 Membandingkan Hasil Peramalan dengan Data Aktual

Setelah melakukan peramalan metode *Extreme Learning Machine* menggunakan aplikasi MATLAB, hasil peramalan untuk setiap parameter persentase pembagian data *training* dan *testing* dibandingkan dengan data aktual guna untuk mengetahui hasil peramalan parameter mana yang paling mendekati data aktual.

3.11.2 Parameter Terbaik Berdasarkan Nilai MAPE Terendah

Setelah melakukan perhitungan nilai MAPE menggunakan aplikasi MATLAB. Selanjutnya dilakukan analisis hasil perhitungan nilai MAPE untuk mengetahui parameter persentase pembagian antara data *training* dan *testing* terbaik berdasarkan nilai MAPE terendah untuk setiap sektor. Semakin rendah nilai MAPE maka peramalan dikatakan semakin akurat.

UIN SUSKA RIAU



BAB V PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi metode *Extreme Learning Machine* dalam melakukan peramalan dan perhitungan akurasi hasil peramalan dengan nilai MAPE di Kota Pekanbaru, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil peramalan yang dilakukan dengan variasi pembagian data antara data *training* dan *testing* dan dibandingkan dengan data aktual maka untuk sektor rumah tangga, industri, bisnis dan publik memiliki hasil peramalan yang mendekati data aktual, hal ini dibuktikan dari perhitungan MSE yang dilakukan bahwa tidak ada nilai MSE yang lebih besar dari 1 sehingga dapat dikatakan bahwa peramalan konsumsi energi listrik dengan metode *Extreme Learning Machine* baik digunakan untuk peramalan karena hasil peramalan yang dilakukan akurat.
2. Hasil peramalan konsumsi listrik yang digunakan dengan metode *Extreme Learning Machine* pada pelanggan mendapatkan tingkat akurasi peramalan yang dihitung berdasarkan nilai MAPE terendah pada sektor rumah tangga sebesar 2.76%, pada sektor industri 5.90%, pada sektor bisnis 2.26% dan pada sektor publik 4.44%. Dengan parameter persentase perbandingan antara data *training* dan *testing* yaitu 80%:20%. Berdasarkan hasil perhitungan akurasi peramalan konsumsi energi listrik di kota Pekanbaru dengan nilai MAPE bahwa dapat diketahui parameter persentase pembagian antara data *training* dan *testing* terbaik yaitu pada parameter 80%:20%.

Saran

1. Penelitian lebih lanjut disarankan dilakukan perbandingan akurasi peramalan antara metode *Extreme Learning Machine* dengan metode peramalan lainnya seperti *Backpropagation* atau *Support Vector Machine* karena keunggulan metode *Extreme Learning Machine* dibanding metode diatas hanya pada *learning speed*
2. Penelitian lebih lanjut disarankan menambah skenario pengujian berupa pengujian jumlah *hidden* neuron dan jumlah fitur yang digunakan sebagai *input* neuron sehingga dapat mengetahui pengaruh dari parameter selain parameter yang digunakan dalam peramalan pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Nababan. 2008. *"Permintaan Energi Listrik Rumah Tangga (Studi Kasus pada Pengguna Kelompok Rumah Tangga Listrik PT PLN (Persero) di Kota Medan)"* Univ. Diponegoro, p. 232,.
- [2] Pamungkas, Sugis Eko. 2018. *Analisis Proyeksi Kebutuhan Dan Penyediaan Energi Listrik Tahun 2017-2026 Di Wilayah Kabupaten Kampar*. Skripsi Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains Dan Teknologi. Pekanbaru : Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim".
- [3] BPS Provinsi Riau. 2020. *"Produk Domestik Regional Bruto Provinsi Riau Menurut Lapangan Usaha"* ISSN : 2654-3036. Riau
- [4] BPS Provinsi Riau. 2021. *"Provinsi Riau Dalam Angka 2021"* ISSN:2723-3138. Riau.
- [5] Republika. 2020. *"Wabah Corona, Konsumsi Listrik Industri Anjlok 2,71 Persen"*. Diakses Pada Tanggal 01 Juni 2021 Di URL <https://www.republika.co.id/berita/q8rpsv370/wabah-corona-konsumsi-listrik-industri-anjlok-271-persen>
- [6] BPS Kota Pekanbaru. 2021. *"Kota Pekanbaru Dalam Angka 2020"* ISSN: 0215-3874. Pekanbaru.
- [7] Muslimin. 2015. *"Peramalan Beban Listrik Jangka Menengah Pada Sistem Kelistrikan Kota Samarinda."* Jiti, vol. 14, no. 09, pp. 113–121.
- [8] G. Bin Huang, Q. Y. Zhu, and C. K. Siew. 2004. *"Extreme learning machine: A new learning scheme of feedforward neural networks," IEEE Int. Conf. Neural Networks - Conf. Proc.*, vol. 2, pp. 985–990, 2004, doi: 10.1109/IJCNN.2004.1380068.
- [9] A. F., S. Elsir, and H. Faris. 2015. *"A Comparison between Regression, Artificial Neural Networks and Support Vector Machines for Predicting Stock Market Index," Int. J. Adv. Res. Artif. Intell.*, vol. 4, no. 7, pp. 55–63, doi: 10.14569/ijarai.2015.040710.
- [10] D Kurniawati. 2019. *"Prediksi Energi Listrik Dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation . Menggunakan Matlab Untuk Kota Semarang Tahun 2019-2024,"* Skripsi, Jurusan Teknik Elektro Fakultas teknik Universitas Negeri Semarang
- [11] G. Bin Huang, Q. Y. Zhu, and C. K. Siew. 2006. *"Extreme learning machine:*



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Theory and applications,” Neurocomputing*, vol. 70, no. 1–3, pp. 489–501, doi: 10.1016/j.neucom.2005.12.126.
- [10] R. Fatwa, I. Cholissodin, and Y. A. Sari. 2019. “Penerapan Metode Extreme Learning Machine Untuk Prediksi Konsumsi Batubara Sektor Pembangkit Listrik Tenaga Uap,” vol. 3, no. 11, pp. 10749–10755. J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya.
- [11] E. M. Tiana. 2020. “Peramalan Konsumsi Listrik Di Daerah Balikpapan Menggunakan Metode Extreme Learning Machine,” Progr. Stud. Sist. Inf. Fak. Sains Dan Teknol. Univ. Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
- [12] H. D. Jayanti, I. Cholissodin, and E. Santoso. 2018. “Peramalan Pemakaian Air Pada PLTGU Di Pembangkitan Listrik Jawa Bali Unit Gresik Menggunakan Extreme Learning Machine Dengan Optimasi Algoritma Genetika,” vol. 2, no. 11, pp. 4895–4904. J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya.
- [13] N. A. Waqas Ahmad. 2020. “Towards Short Term Electricity Load Forecasting Using Improved Support Vector Machine and Extreme Learning Machine,” *Energies* 2020, 13, 2907; pp. 1–17, doi: 10.3390/en13112907.
- [14] I. Rochmawati. 2020. *Peramalan Kapasitas Baterai Asam Timbal Dengan Metode Extreme Learning Machine*. Skripsi Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember
- [15] Agung. 2005. *Ramalan Kebutuhan Energi Listrik Tahun 2006-2015 Menggunakan Metode Gabungan dengan Pemrograman Visual Basic*. Jurnal Skripsi. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- [16] Republik Indonesia. 2015. *Peraturan Menteri Energi Sumber Daya Mineral Nomor 9 tahun 2015 Tentang Tarif Tenaga Listrik Yang Disediakan Oleh PLN*. Berita Negara RI Tahun 2015 No. 350. Kementerian Energi Sumber Daya Mineral. Jakarta.
- [17] M. K. A. Ahmad Farisyah, Ruliana. 2019. “Aplikasi Metode Eksponensial Ganda Brown Dalam Peramalan Jumlah Penduduk Berdasarkan Jenis Kelamin Di Kabupaten Majene,” vol. 1, no. 2, pp. 1–11, Variansi J. Stat. Its Appl. Teach. Res.
- [18] S. Ruliah and R. Rolyadely. 2014. “Prediksi Pemakaian Listrik Dengan Pendekatan BackPropagation,” *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 3, no. 1, p. 466.
- [19] M. D. Wuryandari and I. Afrianto. 2012. “Perbandingan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Dan Learning Vector Quantization Pada Pengenalan



Wajah,” vol. 1, no. 1, pp. 45–51. ISSN: 2089-3787. Komputa. Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Banjarbaru.

[23] D. Agustina, W. Anggraeni, and A. Mukhlason. 2005. “*Penerapan Metode Extreme Learning Machine untuk Peramalan Permintaan*,” pp. 1–6, Digilib, Inst. Teknol. Sepuluh Nop.

[24] B. K. Khotimah, E. M. Sari R, and H. Yulianarta. 2010. “*Kinerja Metode Extreme Learning Machine (ELM) Pada Sistem Peramalan*,” vol. 1, no. 3, pp. 186–191, J. Simantec.

Kamarullah, Muhammad Kamal. 2018. “*Analisis Pengendalian Level Menggunakan Pengendali LQR–PID Pada Modul Training PCT - 100*”. Skripsi Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains Dan Teknologi. Pekanbaru : Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim”.

LAMPIRAN A

DATA SEKUNDER

Tabel Konsumsi Energi Listrik Bulanan Kota Pekanbaru tahun 2014-2020

Bulan-Tahun	Rumah Tangga(GWh)	Industri (GWh)	Bisnis (GWh)	Publik (GWh)
1 Januari-2014	59.31	5.19	33.94	12.73
2 Februari-2014	54.99	4.99	30.77	12.28
3 Maret-2014	63.54	5.3	35.64	13.3
4 April-2014	63.72	5.21	35.96	13.62
5 Mei-2014	66.36	5.43	38.39	14.13
6 Juni-2014	65.76	5.34	37.33	14.94
7 Juli-2014	64.87	5.74	34.96	13.14
8 Agustus-2014	60.93	3.6	31.79	12.22
9 September-2014	60.73	4.87	32.46	13.19
10 Oktober-2014	62.98	5.29	33.42	13.28
11 November-2014	65.8	5.41	34.65	13.8
12 Desember-2014	63.87	4.82	36.19	13.65
13 Januari-2015	62.21	5.18	35.27	13.28
14 Februari-2015	60.55	4.93	33.14	13.21
15 Maret-2015	67.29	5.83	36.94	13.98
16 April-2015	67.97	5.52	37.7	14.02
17 Mei-2015	71.58	5.29	41.82	14.54
18 Juni-2015	69.29	5.65	40.88	14.48
19 Juli-2015	72.96	5.08	39.39	13.87
20 Agustus-2015	67.41	5.94	39.22	14.12
21 September-2015	68.92	6.36	39.31	15.02
22 Oktober-2015	73.18	6.53	40.85	15.62
23 November-2015	69.92	6.21	40.35	15.19
24 Desember-2015	68.75	6.06	39.56	15.01
25 Januari-2016	73.81	6.13	41.25	16.47
26 Februari-2016	69.04	5.77	38.74	15.9
27 Maret-2016	77.02	6.56	42.86	17.79
28 April-2016	76.59	6.34	42.84	17.44
29 Mei-2016	78.56	6.37	44.39	17.11
30 Juni-2016	78.23	6.65	42.65	16.98
31 Juli-2016	76.38	5.73	41.38	15.97
32 Agustus-2016	79.09	6.77	44.45	17.9
33 September-2016	76.86	6.7	42.69	18.53
34 Oktober-2016	79.56	6.79	44.46	18.42
35 November-2016	74.33	7.48	42.22	17.6
36 Desember-2016	78.58	7.32	45.32	17.87
37 Januari-2017	76.61	7.59	43.8	17.3
38 Februari-2017	68.16	7.04	39.12	16.61
39 Maret-2017	75.84	8	44.08	17.97
40 April-2017	75.99	7.58	43.74	17.54
41 Mei-2017	79.46	8.3	45.55	17.9

42	Juni-2017	77.72	7.15	42.79	16.89
43	Juli-2017	76	10.16	45.25	17.72
44	Agustus-2017	77.99	11.52	45.64	18.41
45	September-2017	75.27	11.98	44.32	17.95
46	Oktober-2017	78.94	12.09	53.44	19.18
47	November-2017	74.32	11.93	44.88	18.7
48	Desember-2017	77.62	11.75	47.82	18.95
49	Januari-2018	73.89	12.17	45.32	18.77
50	Februari-2018	70.35	12.19	42.6	21.62
51	Maret-2018	78.53	12.82	47.7	22.94
52	April-2018	77.59	15.49	47.3	22.73
53	Mei-2018	83.27	15.86	49.04	23.03
54	Juni-2018	76.33	12.76	44.19	20.61
55	Juli-2018	79.31	17.38	48.36	22.58
56	Agustus-2018	81.23	14.3	49.12	23.27
57	September-2018	78.16	16.9	47.64	23.13
58	Oktober-2018	70.29	15.17	46.93	22.19
59	November-2018	66.43	16.62	45.29	21.37
60	Desember-2018	68.94	14.43	46.24	20.92
61	Januari-2019	68.95	12.73	46.06	21.3
62	Februari-2019	63.4	14.19	42.05	20.63
63	Maret-2019	73.57	16.02	48.66	22.75
64	April-2019	71.51	12.29	47.45	18.44
65	Mei-2019	78.03	13.9	47.87	20.92
66	Juni-2019	67.27	10.94	43.45	18.62
67	Juli-2019	73.94	14.74	48.67	20.35
68	Agustus-2019	75.2	15.41	48.98	20.94
69	September-2019	73.83	16.01	47.09	19.82
70	Oktober-2019	72.73	15.38	47.84	19.28
71	November-2019	69.5	15.83	45.96	19.6
72	Desember-2019	70.29	15.33	46.43	19.7
73	Januari-2020	73.98	16.28	45.17	23.04
74	Februari-2020	69.41	15.05	47.15	21.42
75	Maret-2020	67.99	15.19	48.08	23.18
76	April-2020	69.99	15.95	46.27	22.33
77	Mei-2020	73.21	15.09	46.87	22.38
78	Juni-2020	73.28	14.31	47.16	20.98
79	Juli-2020	76.21	14.19	49.98	21.12
80	Agustus-2020	77.82	14.80	47.78	20.22
81	September-2020	74.41	16.28	47.72	22.99
82	Oktober-2020	73.63	16.69	47.83	21.28
83	November-2020	76.53	16.63	45.67	22.31
84	Desember-2020	72.62	16.60	47.47	22.11

1. Dianggap mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Tabel Rancangan Data Pola Inputan
Sektor Rumah Tangga**

No	Data masukan (X_1, X_2, \dots, X_5)	Target	
		X_1	X_2
1	73.89	68.95	72.73
2	70.35	63.4	69.5
3	78.53	73.57	70.29
4	77.59	71.51	73.98
5	83.27	78.03	69.41
6	76.33	67.27	67.99
7	79.31	73.94	69.99
8	81.23	75.2	73.21
9	78.16	73.83	73.28
10	70.29	72.73	76.21
11	66.43	69.5	77.82
12	68.94	70.29	74.41
13	76.61	73.89	70.29
14	68.16	70.35	66.43
15	75.84	78.53	68.94
16	75.99	77.59	68.95
17	79.46	83.27	63.4
18	77.72	76.33	73.57
19	76	79.31	71.51
20	77.99	81.23	78.03
21	75.27	78.16	67.27
22	78.94	70.29	73.94
23	74.32	66.43	75.2
24	77.62	68.94	73.83
25	73.81	76.61	78.94
26	69.04	68.16	74.32
27	77.02	75.84	77.62
28	76.59	75.99	73.89
29	78.56	79.46	70.35
30	78.23	77.72	78.53
31	76.38	76	77.59
32	79.09	77.99	83.27
33	76.86	75.27	76.33
34	79.56	78.94	79.31
35	74.33	74.32	81.23
36	78.58	77.62	78.16

37	62.21	73.81	79.56	74.33	78.58	76.61	Jan-17
38	60.55	69.04	74.33	78.58	76.61	68.16	Feb-17
39	67.29	77.02	78.58	76.61	68.16	75.84	Mar-17
40	67.97	76.59	76.61	68.16	75.84	75.99	Apr-17
41	71.58	78.56	68.16	75.84	75.99	79.46	May-17
42	69.29	78.23	75.84	75.99	79.46	77.72	Jun-17
43	72.96	76.38	75.99	79.46	77.72	76	Jul-17
44	67.41	79.09	79.46	77.72	76	77.99	Aug-17
45	68.92	76.86	77.72	76	77.99	75.27	Sep-17
46	73.18	79.56	76	77.99	75.27	78.94	Oct-17
47	69.92	74.33	77.99	75.27	78.94	74.32	Nov-17
48	68.75	78.58	75.27	78.94	74.32	77.62	Dec-17
49	59.31	62.21	73.18	69.92	68.75	73.81	Jan-16
50	54.99	60.55	69.92	68.75	73.81	69.04	Feb-16
51	63.54	67.29	68.75	73.81	69.04	77.02	Mar-16
52	63.72	67.97	73.81	69.04	77.02	76.59	Apr-16
53	66.36	71.58	69.04	77.02	76.59	78.56	May-16
54	65.76	69.29	77.02	76.59	78.56	78.23	Jun-16
55	64.87	72.96	76.59	78.56	78.23	76.38	Jul-16
56	60.93	67.41	78.56	78.23	76.38	79.09	Aug-16
57	60.73	68.92	78.23	76.38	79.09	76.86	Sep-16
58	62.98	73.18	76.38	79.09	76.86	79.56	Oct-16
59	65.8	69.92	79.09	76.86	79.56	74.33	Nov-16
60	63.87	68.75	76.86	79.56	74.33	78.58	Dec-16

2. Sektor Industri

Pola Ke	Data masukan (X_1, X_2, \dots, X_5)					Target	
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5		
1	12.17	12.73	15.38	15.83	15.33	16.28	Jan-20
2	12.19	14.19	15.83	15.33	16.28	15.05	Feb-20
3	12.82	16.02	15.33	16.28	15.05	15.19	Mar-20
4	15.49	12.29	16.28	15.05	15.19	15.95	Apr-20
5	15.86	13.9	15.05	15.19	15.95	15.09	May-20
6	12.76	10.94	15.19	15.95	15.09	14.31	Jun-20
7	17.38	14.74	15.95	15.09	14.31	14.19	Jul-20
8	14.3	15.41	15.09	14.31	14.19	14.80	Aug-20
9	16.9	16.01	14.31	14.19	14.80	16.28	Sep-20
10	15.17	15.38	14.19	14.80	16.28	16.69	Oct-20
11	16.62	15.83	14.80	16.28	16.69	16.63	Nov-20
12	14.43	15.33	16.28	16.69	16.63	16.60	Dec-20

13	7.59	12.17	15.17	16.62	14.43	12.73	Jan-19
14	7.04	12.19	16.62	14.43	12.73	14.19	Feb-19
15	8	12.82	14.43	12.73	14.19	16.02	Mar-19
16	7.58	15.49	12.73	14.19	16.02	12.29	Apr-19
17	8.3	15.86	14.19	16.02	12.29	13.9	May-19
18	7.15	12.76	16.02	12.29	13.9	10.94	Jun-19
19	10.16	17.38	12.29	13.9	10.94	14.74	Jul-19
20	11.52	14.3	13.9	10.94	14.74	15.41	Aug-19
21	11.98	16.9	10.94	14.74	15.41	16.01	Sep-19
22	12.09	15.17	14.74	15.41	16.01	15.38	Oct-19
23	11.93	16.62	15.41	16.01	15.38	15.83	Nov-19
24	11.75	14.43	16.01	15.38	15.83	15.33	Dec-19
25	6.13	7.59	12.09	11.93	11.75	12.17	Jan-18
26	5.77	7.04	11.93	11.75	12.17	12.19	Feb-18
27	6.56	8	11.75	12.17	12.19	12.82	Mar-18
28	6.34	7.58	12.17	12.19	12.82	15.49	Apr-18
29	6.37	8.3	12.19	12.82	15.49	15.86	May-18
30	6.65	7.15	12.82	15.49	15.86	12.76	Jun-18
31	5.73	10.16	15.49	15.86	12.76	17.38	Jul-18
32	6.77	11.52	15.86	12.76	17.38	14.3	Aug-18
33	6.7	11.98	12.76	17.38	14.3	16.9	Sep-18
34	6.79	12.09	17.38	14.3	16.9	15.17	Oct-18
35	7.48	11.93	14.3	16.9	15.17	16.62	Nov-18
36	7.32	11.75	16.9	15.17	16.62	14.43	Dec-18
37	5.18	6.13	6.79	7.48	7.32	7.59	Jan-17
38	4.93	5.77	7.48	7.32	7.59	7.04	Feb-17
39	5.83	6.56	7.32	7.59	7.04	8	Mar-17
40	5.52	6.34	7.59	7.04	8	7.58	Apr-17
41	5.29	6.37	7.04	8	7.58	8.3	May-17
42	5.65	6.65	8	7.58	8.3	7.15	Jun-17
43	5.08	5.73	7.58	8.3	7.15	10.16	Jul-17
44	5.94	6.77	8.3	7.15	10.16	11.52	Aug-17
45	6.36	6.7	7.15	10.16	11.52	11.98	Sep-17
46	6.53	6.79	10.16	11.52	11.98	12.09	Oct-17
47	6.21	7.48	11.52	11.98	12.09	11.93	Nov-17
48	6.06	7.32	11.98	12.09	11.93	11.75	Dec-17
49	5.19	5.18	6.53	6.21	6.06	6.13	Jan-16
50	4.99	4.93	6.21	6.06	6.13	5.77	Feb-16
51	5.3	5.83	6.06	6.13	5.77	6.56	Mar-16
52	5.21	5.52	6.13	5.77	6.56	6.34	Apr-16

1. Ditaring mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

53	5.43	5.29	5.77	6.56	6.34	6.37	May-16
54	5.34	5.65	6.56	6.34	6.37	6.65	Jun-16
55	5.74	5.08	6.34	6.37	6.65	5.73	Jul-16
56	3.6	5.94	6.37	6.65	5.73	6.77	Aug-16
57	4.87	6.36	6.65	5.73	6.77	6.7	Sep-16
58	5.29	6.53	5.73	6.77	6.7	6.79	Oct-16
59	5.41	6.21	6.77	6.7	6.79	7.48	Nov-16
60	4.82	6.06	6.7	6.79	7.48	7.32	Dec-16

Sektor Bisnis

Pola Ke	Data masukan (X_1, X_2, \dots, X_5)					Target	
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5		
1	45.32	46.06	47.84	45.96	46.43	45.17	Jan-20
2	42.6	42.05	45.96	46.43	45.17	47.15	Feb-20
3	47.7	48.66	46.43	45.17	47.15	48.08	Mar-20
4	47.3	47.45	45.17	47.15	48.08	46.27	Apr-20
5	49.04	47.87	47.15	48.08	46.27	46.87	May-20
6	44.19	43.45	48.08	46.27	46.87	47.16	Jun-20
7	48.36	48.67	46.27	46.87	47.16	49.98	Jul-20
8	49.12	48.98	46.87	47.16	49.98	47.78	Aug-20
9	47.64	47.09	47.16	49.98	47.78	47.72	Sep-20
10	46.93	47.84	49.98	47.78	47.72	47.83	Oct-20
11	45.29	45.96	47.78	47.72	47.83	45.67	Nov-20
12	46.24	46.43	47.72	47.83	45.67	47.47	Dec-20
13	43.8	45.32	46.93	45.29	46.24	46.06	Jan-19
14	39.12	42.6	45.29	46.24	46.06	42.05	Feb-19
15	44.08	47.7	46.24	46.06	42.05	48.66	Mar-19
16	43.74	47.3	46.06	42.05	48.66	47.45	Apr-19
17	45.55	49.04	42.05	48.66	47.45	47.87	May-19
18	42.79	44.19	48.66	47.45	47.87	43.45	Jun-19
19	45.25	48.36	47.45	47.87	43.45	48.67	Jul-19
20	45.64	49.12	47.87	43.45	48.67	48.98	Aug-19
21	44.32	47.64	43.45	48.67	48.98	47.09	Sep-19
22	53.44	46.93	48.67	48.98	47.09	47.84	Oct-19
23	44.88	45.29	48.98	47.09	47.84	45.96	Nov-19
24	47.82	46.24	47.09	47.84	45.96	46.43	Dec-19
25	41.25	43.8	53.44	44.88	47.82	45.32	Jan-18
26	38.74	39.12	44.88	47.82	45.32	42.6	Feb-18
27	42.86	44.08	47.82	45.32	42.6	47.7	Mar-18
28	42.84	43.74	45.32	42.6	47.7	47.3	Apr-18

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

29	44.39	45.55	42.6	47.7	47.3	49.04	May-18
30	42.65	42.79	47.7	47.3	49.04	44.19	Jun-18
31	41.38	45.25	47.3	49.04	44.19	48.36	Jul-18
32	44.45	45.64	49.04	44.19	48.36	49.12	Aug-18
33	42.69	44.32	44.19	48.36	49.12	47.64	Sep-18
34	44.46	53.44	48.36	49.12	47.64	46.93	Oct-18
35	42.22	44.88	49.12	47.64	46.93	45.29	Nov-18
36	45.32	47.82	47.64	46.93	45.29	46.24	Dec-18
37	35.27	41.25	44.46	42.22	45.32	43.8	Jan-17
38	33.14	38.74	42.22	45.32	43.8	39.12	Feb-17
39	36.94	42.86	45.32	43.8	39.12	44.08	Mar-17
40	37.7	42.84	43.8	39.12	44.08	43.74	Apr-17
41	41.82	44.39	39.12	44.08	43.74	45.55	May-17
42	40.88	42.65	44.08	43.74	45.55	42.79	Jun-17
43	39.39	41.38	43.74	45.55	42.79	45.25	Jul-17
44	39.22	44.45	45.55	42.79	45.25	45.64	Aug-17
45	39.31	42.69	42.79	45.25	45.64	44.32	Sep-17
46	40.85	44.46	45.25	45.64	44.32	53.44	Oct-17
47	40.35	42.22	45.64	44.32	53.44	44.88	Nov-17
48	39.56	45.32	44.32	53.44	44.88	47.82	Dec-17
49	33.94	35.27	40.85	40.35	39.56	41.25	Jan-16
50	30.77	33.14	40.35	39.56	41.25	38.74	Feb-16
51	35.64	36.94	39.56	41.25	38.74	42.86	Mar-16
52	35.96	37.7	41.25	38.74	42.86	42.84	Apr-16
53	38.39	41.82	38.74	42.86	42.84	44.39	May-16
54	37.33	40.88	42.86	42.84	44.39	42.65	Jun-16
55	34.96	39.39	42.84	44.39	42.65	41.38	Jul-16
56	31.79	39.22	44.39	42.65	41.38	44.45	Aug-16
57	32.46	39.31	42.65	41.38	44.45	42.69	Sep-16
58	33.42	40.85	41.38	44.45	42.69	44.46	Oct-16
59	34.65	40.35	44.45	42.69	44.46	42.22	Nov-16
60	36.19	39.56	42.69	44.46	42.22	45.32	Dec-16

4. Sektor Publik

Pola Ke	Data masukan (X_1, X_2, \dots, X_5)					Target	
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5		
1	18.77	21.3	19.28	19.6	19.7	23.04	Jan-20
2	21.62	20.63	19.6	19.7	23.04	21.42	Feb-20
3	22.94	22.75	19.7	23.04	21.42	23.18	Mar-20
4	22.73	18.44	23.04	21.42	23.18	22.33	Apr-20

5	23.03	20.92	21.42	23.18	22.33	22.38	May-20
6	20.61	18.62	23.18	22.33	22.38	20.98	Jun-20
7	22.58	20.35	22.33	22.38	20.98	21.12	Jul-20
8	23.27	20.94	22.38	20.98	21.12	20.22	Aug-20
9	23.13	19.82	20.98	21.12	20.22	22.99	Sep-20
10	22.19	19.28	21.12	20.22	22.99	21.28	Oct-20
11	21.37	19.6	20.22	22.99	21.28	22.31	Nov-20
12	20.92	19.7	22.99	21.28	22.31	22.11	Dec-20
13	17.3	18.77	22.19	21.37	20.92	21.3	Jan-19
14	16.61	21.62	21.37	20.92	21.3	20.63	Feb-19
15	17.97	22.94	20.92	21.3	20.63	22.75	Mar-19
16	17.54	22.73	21.3	20.63	22.75	18.44	Apr-19
17	17.9	23.03	20.63	22.75	18.44	20.92	May-19
18	16.89	20.61	22.75	18.44	20.92	18.62	Jun-19
19	17.72	22.58	18.44	20.92	18.62	20.35	Jul-19
20	18.41	23.27	20.92	18.62	20.35	20.94	Aug-19
21	17.95	23.13	18.62	20.35	20.94	19.82	Sep-19
22	19.18	22.19	20.35	20.94	19.82	19.28	Oct-19
23	18.7	21.37	20.94	19.82	19.28	19.6	Nov-19
24	18.95	20.92	19.82	19.28	19.6	19.7	Dec-19
25	16.47	17.3	19.18	18.7	18.95	18.77	Jan-18
26	15.9	16.61	18.7	18.95	18.77	21.62	Feb-18
27	17.79	17.97	18.95	18.77	21.62	22.94	Mar-18
28	17.44	17.54	18.77	21.62	22.94	22.73	Apr-18
29	17.11	17.9	21.62	22.94	22.73	23.03	May-18
30	16.98	16.89	22.94	22.73	23.03	20.61	Jun-18
31	15.97	17.72	22.73	23.03	20.61	22.58	Jul-18
32	17.9	18.41	23.03	20.61	22.58	23.27	Aug-18
33	18.53	17.95	20.61	22.58	23.27	23.13	Sep-18
34	18.42	19.18	22.58	23.27	23.13	22.19	Oct-18
35	17.6	18.7	23.27	23.13	22.19	21.37	Nov-18
36	17.87	18.95	23.13	22.19	21.37	20.92	Dec-18
37	13.28	16.47	18.42	17.6	17.87	17.3	Jan-17
38	13.21	15.9	17.6	17.87	17.3	16.61	Feb-17
39	13.98	17.79	17.87	17.3	16.61	17.97	Mar-17
40	14.02	17.44	17.3	16.61	17.97	17.54	Apr-17
41	14.54	17.11	16.61	17.97	17.54	17.9	May-17
42	14.48	16.98	17.97	17.54	17.9	16.89	Jun-17
43	13.87	15.97	17.54	17.9	16.89	17.72	Jul-17
44	14.12	17.9	17.9	16.89	17.72	18.41	Aug-17

1. Ditaring mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

45	15.02	18.53	16.89	17.72	18.41	17.95	Sep-17
46	15.62	18.42	17.72	18.41	17.95	19.18	Oct-17
47	15.19	17.6	18.41	17.95	19.18	18.7	Nov-17
48	15.01	17.87	17.95	19.18	18.7	18.95	Dec-17
49	12.73	13.28	15.62	15.19	15.01	16.47	Jan-16
50	12.28	13.21	15.19	15.01	16.47	15.9	Feb-16
51	13.3	13.98	15.01	16.47	15.9	17.79	Mar-16
52	13.62	14.02	16.47	15.9	17.79	17.44	Apr-16
53	14.13	14.54	15.9	17.79	17.44	17.11	May-16
54	14.94	14.48	17.79	17.44	17.11	16.98	Jun-16
55	13.14	13.87	17.44	17.11	16.98	15.97	Jul-16
56	12.22	14.12	17.11	16.98	15.97	17.9	Aug-16
57	13.19	15.02	16.98	15.97	17.9	18.53	Sep-16
58	13.28	15.62	15.97	17.9	18.53	18.42	Oct-16
59	13.8	15.19	17.9	18.53	18.42	17.6	Nov-16
60	13.65	15.01	18.53	18.42	17.6	17.87	Dec-16

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LAMPIRAN B

HASIL NORMALISASI DATA

**Tabel Rancangan Data Pola Inputan Hasil Normalisasi
Sektor Rumah Tangga**

No	Data masukan (X_1, X_2, \dots, X_5)					Target	
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5		
1	0.63465	0.49491	0.60184	0.51047	0.53281	0.6372	Jan-20
2	0.53451	0.33791	0.51047	0.53281	0.6372	0.50792	Feb-20
3	0.76591	0.6256	0.53281	0.6372	0.50792	0.46775	Mar-20
4	0.73932	0.56733	0.6372	0.50792	0.46775	0.52433	Apr-20
5	0.9	0.75177	0.50792	0.46775	0.52433	0.61542	May-20
6	0.70368	0.44738	0.46775	0.52433	0.61542	0.6174	Jun-20
7	0.78798	0.63607	0.52433	0.61542	0.6174	0.70028	Jul-20
8	0.84229	0.67171	0.61542	0.6174	0.70028	0.74583	Aug-20
9	0.75545	0.63296	0.6174	0.70028	0.74583	0.64936	Sep-20
10	0.53281	0.60184	0.70028	0.74583	0.64936	0.6273	Oct-20
11	0.42362	0.51047	0.74583	0.64936	0.6273	0.70934	Nov-20
12	0.49463	0.53281	0.64936	0.6273	0.70934	0.59873	Dec-20
13	0.71116	0.63465	0.53281	0.42362	0.49463	0.49491	Jan-19
14	0.47256	0.53451	0.42362	0.49463	0.49491	0.33791	Feb-19
15	0.68982	0.76591	0.49463	0.49491	0.33791	0.6256	Mar-19
16	0.69406	0.73932	0.49491	0.33791	0.6256	0.56733	Apr-19
17	0.79222	0.9	0.33791	0.6256	0.56733	0.75177	May-19
18	0.743	0.70368	0.6256	0.56733	0.75177	0.44738	Jun-19
19	0.69434	0.78798	0.56733	0.75177	0.44738	0.63607	Jul-19
20	0.75064	0.84229	0.75177	0.44738	0.63607	0.67171	Aug-19
21	0.67369	0.75545	0.44738	0.63607	0.67171	0.63296	Sep-19
22	0.77751	0.53281	0.63607	0.67171	0.63296	0.60184	Oct-19
23	0.64682	0.42362	0.67171	0.63296	0.60184	0.51047	Nov-19
24	0.74017	0.49463	0.63296	0.60184	0.51047	0.53281	Dec-19
25	0.63239	0.71116	0.77751	0.64682	0.74017	0.63465	Jan-18
26	0.49745	0.47256	0.64682	0.74017	0.63465	0.53451	Feb-18
27	0.7232	0.68982	0.74017	0.63465	0.53451	0.76591	Mar-18
28	0.71103	0.69406	0.63465	0.53451	0.76591	0.73932	Apr-18
29	0.76676	0.79222	0.53451	0.76591	0.73932	0.9	May-18
30	0.75743	0.743	0.76591	0.73932	0.9	0.70368	Jun-18
31	0.70509	0.69434	0.73932	0.9	0.70368	0.78798	Jul-18
32	0.78175	0.75064	0.9	0.70368	0.78798	0.84229	Aug-18
33	0.71867	0.67369	0.70368	0.78798	0.84229	0.75545	Sep-18

34	0.79505	0.77751	0.78798	0.84229	0.75545	0.53281	Oct-18
35	0.6471	0.64682	0.84229	0.75545	0.53281	0.42362	Nov-18
36	0.76733	0.74017	0.75545	0.53281	0.42362	0.49463	Dec-18
37	0.30424	0.63239	0.79505	0.6471	0.76733	0.7116	Jan-17
38	0.25728	0.49745	0.6471	0.76733	0.7116	0.47256	Feb-17
39	0.44795	0.7232	0.76733	0.7116	0.47256	0.68982	Mar-17
40	0.46719	0.71103	0.7116	0.47256	0.68982	0.69406	Apr-17
41	0.56931	0.76676	0.47256	0.68982	0.69406	0.79222	May-17
42	0.50453	0.75743	0.68982	0.69406	0.79222	0.743	Jun-17
43	0.60835	0.70509	0.69406	0.79222	0.743	0.69434	Jul-17
44	0.45134	0.78175	0.79222	0.743	0.69434	0.75064	Aug-17
45	0.49406	0.71867	0.743	0.69434	0.75064	0.67369	Sep-17
46	0.61457	0.79505	0.69434	0.75064	0.67369	0.77751	Oct-17
47	0.52235	0.6471	0.75064	0.67369	0.77751	0.64682	Nov-17
48	0.48925	0.76733	0.67369	0.77751	0.64682	0.74017	Dec-17
49	0.22221	0.30424	0.61457	0.52235	0.48925	0.63239	Jan-16
50	0.1	0.25728	0.52235	0.48925	0.63239	0.49745	Feb-16
51	0.34187	0.44795	0.48925	0.63239	0.49745	0.7232	Mar-16
52	0.34696	0.46719	0.63239	0.49745	0.7232	0.71103	Apr-16
53	0.42164	0.56931	0.49745	0.7232	0.71103	0.76676	May-16
54	0.40467	0.50453	0.7232	0.71103	0.76676	0.75743	Jun-16
55	0.37949	0.60835	0.71103	0.76676	0.75743	0.70509	Jul-16
56	0.26803	0.45134	0.76676	0.75743	0.70509	0.78175	Aug-16
57	0.26238	0.49406	0.75743	0.70509	0.78175	0.71867	Sep-16
58	0.32603	0.61457	0.70509	0.78175	0.71867	0.79505	Oct-16
59	0.4058	0.52235	0.78175	0.71867	0.79505	0.6471	Nov-16
60	0.3512	0.48925	0.71867	0.79505	0.6471	0.76733	Dec-16

2. Sektor Industri

Pola Ke	Data masukan (X_1, X_2, \dots, X_5)					Target	
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5		
1	0.59753	0.63004	0.78389	0.81001	0.78099	0.83624	Jan-20
2	0.59869	0.7148	0.81001	0.78099	0.83624	0.76485	Feb-20
3	0.63527	0.82104	0.78099	0.83624	0.76485	0.77286	Mar-20
4	0.79028	0.6045	0.83624	0.76485	0.77286	0.81717	Apr-20
5	0.81176	0.69797	0.76485	0.77286	0.81717	0.76692	May-20
6	0.63179	0.52612	0.77286	0.81717	0.76692	0.72195	Jun-20
7	0.9	0.74673	0.81717	0.76692	0.72195	0.71504	Jul-20
8	0.72119	0.78563	0.76692	0.72195	0.71504	0.75005	Aug-20
9	0.87213	0.82046	0.72195	0.71504	0.75005	0.83597	Sep-20

10	0.7717	0.78389	0.71504	0.75005	0.83597	0.8597	Oct-20
11	0.85588	0.81001	0.75005	0.83597	0.8597	0.85652	Nov-20
12	0.72874	0.78099	0.83597	0.8597	0.85652	0.8549	Dec-20
13	0.33164	0.59753	0.7717	0.85588	0.72874	0.63004	Jan-19
14	0.29971	0.59869	0.85588	0.72874	0.63004	0.7148	Feb-19
15	0.35544	0.63527	0.72874	0.63004	0.7148	0.82104	Mar-19
16	0.33106	0.79028	0.63004	0.7148	0.82104	0.6045	Apr-19
17	0.37286	0.81176	0.7148	0.82104	0.6045	0.69797	May-19
18	0.3061	0.63179	0.82104	0.6045	0.69797	0.52612	Jun-19
19	0.48084	0.9	0.6045	0.69797	0.52612	0.74673	Jul-19
20	0.5598	0.72119	0.69797	0.52612	0.74673	0.78563	Aug-19
21	0.5865	0.87213	0.52612	0.74673	0.78563	0.82046	Sep-19
22	0.59289	0.7717	0.74673	0.78563	0.82046	0.78389	Oct-19
23	0.5836	0.85588	0.78563	0.82046	0.78389	0.81001	Nov-19
24	0.57315	0.72874	0.82046	0.78389	0.81001	0.78099	Dec-19
25	0.24688	0.33164	0.59289	0.5836	0.57315	0.59753	Jan-18
26	0.22598	0.29971	0.5836	0.57315	0.59753	0.59869	Feb-18
27	0.27184	0.35544	0.57315	0.59753	0.59869	0.63527	Mar-18
28	0.25907	0.33106	0.59753	0.59869	0.63527	0.79028	Apr-18
29	0.26081	0.37286	0.59869	0.63527	0.79028	0.81176	May-18
30	0.27707	0.3061	0.63527	0.79028	0.81176	0.63179	Jun-18
31	0.22366	0.48084	0.79028	0.81176	0.63179	0.9	Jul-18
32	0.28403	0.5598	0.81176	0.63179	0.9	0.72119	Aug-18
33	0.27997	0.5865	0.63179	0.9	0.72119	0.87213	Sep-18
34	0.2852	0.59289	0.9	0.72119	0.87213	0.7717	Oct-18
35	0.32525	0.5836	0.72119	0.87213	0.7717	0.85588	Nov-18
36	0.31597	0.57315	0.87213	0.7717	0.85588	0.72874	Dec-18
37	0.19173	0.24688	0.2852	0.32525	0.31597	0.33164	Jan-17
38	0.17721	0.22598	0.32525	0.31597	0.33164	0.29971	Feb-17
39	0.22946	0.27184	0.31597	0.33164	0.29971	0.35544	Mar-17
40	0.21147	0.25907	0.33164	0.29971	0.35544	0.33106	Apr-17
41	0.19811	0.26081	0.29971	0.35544	0.33106	0.37286	May-17
42	0.21901	0.27707	0.35544	0.33106	0.37286	0.3061	Jun-17
43	0.18592	0.22366	0.33106	0.37286	0.3061	0.48084	Jul-17
44	0.23585	0.28403	0.37286	0.3061	0.48084	0.5598	Aug-17
45	0.26023	0.27997	0.3061	0.48084	0.5598	0.5865	Sep-17
46	0.2701	0.2852	0.48084	0.5598	0.5865	0.59289	Oct-17
47	0.25152	0.32525	0.5598	0.5865	0.59289	0.5836	Nov-17
48	0.24282	0.31597	0.5865	0.59289	0.5836	0.57315	Dec-17
49	0.19231	0.19173	0.2701	0.25152	0.24282	0.24688	Jan-16

1. Ditaring mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

50	0.1807	0.17721	0.25152	0.24282	0.24688	0.22598	Feb-16
51	0.19869	0.22946	0.24282	0.24688	0.22598	0.27184	Mar-16
52	0.19347	0.21147	0.24688	0.22598	0.27184	0.25907	Apr-16
53	0.20624	0.19811	0.22598	0.27184	0.25907	0.26081	May-16
54	0.20102	0.21901	0.27184	0.25907	0.26081	0.27707	Jun-16
55	0.22424	0.18592	0.25907	0.26081	0.27707	0.22366	Jul-16
56	0.1	0.23585	0.26081	0.27707	0.22366	0.28403	Aug-16
57	0.17373	0.26023	0.27707	0.22366	0.28403	0.27997	Sep-16
58	0.19811	0.2701	0.22366	0.28403	0.27997	0.2852	Oct-16
59	0.20508	0.25152	0.28403	0.27997	0.2852	0.32525	Nov-16
60	0.17083	0.24282	0.27997	0.2852	0.32525	0.31597	Dec-16

3. Sektor Bisnis

Pola Ke	Data masukan (X_1, X_2, \dots, X_5)					Target	
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5		
1	0.61345	0.63957	0.70238	0.63604	0.65262	0.60816	Jan-20
2	0.51747	0.49806	0.63604	0.65262	0.60816	0.67803	Feb-20
3	0.69744	0.73132	0.65262	0.60816	0.67803	0.71085	Mar-20
4	0.68333	0.68862	0.60816	0.67803	0.71085	0.64698	Apr-20
5	0.74473	0.70344	0.67803	0.71085	0.64698	0.66815	May-20
6	0.57358	0.54746	0.71085	0.64698	0.66815	0.67839	Jun-20
7	0.72073	0.73167	0.64698	0.66815	0.67839	0.7779	Jul-20
8	0.74755	0.74261	0.66815	0.67839	0.7779	0.70026	Aug-20
9	0.69532	0.67592	0.67839	0.7779	0.70026	0.69815	Sep-20
10	0.67027	0.70238	0.7779	0.70026	0.69815	0.70203	Oct-20
11	0.6124	0.63604	0.70026	0.69815	0.70203	0.62581	Nov-20
12	0.64592	0.65262	0.69815	0.70203	0.62581	0.68933	Dec-20
13	0.55981	0.61345	0.67027	0.6124	0.64592	0.63957	Jan-19
14	0.39466	0.51747	0.6124	0.64592	0.63957	0.49806	Feb-19
15	0.5697	0.69744	0.64592	0.63957	0.49806	0.73132	Mar-19
16	0.5577	0.68333	0.63957	0.49806	0.73132	0.68862	Apr-19
17	0.62157	0.74473	0.49806	0.73132	0.68862	0.70344	May-19
18	0.52417	0.57358	0.73132	0.68862	0.70344	0.54746	Jun-19
19	0.61098	0.72073	0.68862	0.70344	0.54746	0.73167	Jul-19
20	0.62475	0.74755	0.70344	0.54746	0.73167	0.74261	Aug-19
21	0.57816	0.69532	0.54746	0.73167	0.74261	0.67592	Sep-19
22	0.9	0.67027	0.73167	0.74261	0.67592	0.70238	Oct-19
23	0.59793	0.6124	0.74261	0.67592	0.70238	0.63604	Nov-19
24	0.70168	0.64592	0.67592	0.70238	0.63604	0.65262	Dec-19
25	0.46983	0.55981	0.9	0.59793	0.70168	0.61345	Jan-18

1. Ditaring mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Diarangi mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

26	0.38125	0.39466	0.59793	0.70168	0.61345	0.51747	Feb-18
27	0.52664	0.5697	0.70168	0.61345	0.51747	0.69744	Mar-18
28	0.52594	0.5577	0.61345	0.51747	0.69744	0.68333	Apr-18
29	0.58064	0.62157	0.51747	0.69744	0.68333	0.74473	May-18
30	0.51923	0.52417	0.69744	0.68333	0.74473	0.57358	Jun-18
31	0.47442	0.61098	0.68333	0.74473	0.57358	0.72073	Jul-18
32	0.58275	0.62475	0.74473	0.57358	0.72073	0.74755	Aug-18
33	0.52064	0.57816	0.57358	0.72073	0.74755	0.69532	Sep-18
34	0.58311	0.9	0.72073	0.74755	0.69532	0.67027	Oct-18
35	0.50406	0.59793	0.74755	0.69532	0.67027	0.6124	Nov-18
36	0.61345	0.70168	0.69532	0.67027	0.6124	0.64592	Dec-18
37	0.2588	0.46983	0.58311	0.50406	0.61345	0.55981	Jan-17
38	0.18363	0.38125	0.50406	0.61345	0.55981	0.39466	Feb-17
39	0.31773	0.52664	0.61345	0.55981	0.39466	0.5697	Mar-17
40	0.34455	0.52594	0.55981	0.39466	0.5697	0.5577	Apr-17
41	0.48994	0.58064	0.39466	0.5697	0.5577	0.62157	May-17
42	0.45677	0.51923	0.5697	0.5577	0.62157	0.52417	Jun-17
43	0.40419	0.47442	0.5577	0.62157	0.52417	0.61098	Jul-17
44	0.39819	0.58275	0.62157	0.52417	0.61098	0.62475	Aug-17
45	0.40137	0.52064	0.52417	0.61098	0.62475	0.57816	Sep-17
46	0.45571	0.58311	0.61098	0.62475	0.57816	0.9	Oct-17
47	0.43807	0.50406	0.62475	0.57816	0.9	0.59793	Nov-17
48	0.41019	0.61345	0.57816	0.9	0.59793	0.70168	Dec-17
49	0.21187	0.2588	0.45571	0.43807	0.41019	0.46983	Jan-16
50	0.1	0.18363	0.43807	0.41019	0.46983	0.38125	Feb-16
51	0.27186	0.31773	0.41019	0.46983	0.38125	0.52664	Mar-16
52	0.28315	0.34455	0.46983	0.38125	0.52664	0.52594	Apr-16
53	0.3689	0.48994	0.38125	0.52664	0.52594	0.58064	May-16
54	0.3315	0.45677	0.52664	0.52594	0.58064	0.51923	Jun-16
55	0.24786	0.40419	0.52594	0.58064	0.51923	0.47442	Jul-16
56	0.13599	0.39819	0.58064	0.51923	0.47442	0.58275	Aug-16
57	0.15964	0.40137	0.51923	0.47442	0.58275	0.52064	Sep-16
58	0.19352	0.45571	0.47442	0.58275	0.52064	0.58311	Oct-16
59	0.23692	0.43807	0.58275	0.52064	0.58311	0.50406	Nov-16
60	0.29127	0.41019	0.52064	0.58311	0.50406	0.61345	Dec-16

4. Sektor Publik

Pola Ke	Data masukan (X_1, X_2, \dots, X_5)					Target	
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5		
1	0.57421	0.75738	0.61113	0.6343	0.64154	0.88335	Jan-20

2	0.78054	0.70887	0.6343	0.64154	0.88335	0.76606	Feb-20
3	0.87611	0.86235	0.64154	0.88335	0.76606	0.89348	Mar-20
4	0.8609	0.55032	0.88335	0.76606	0.89348	0.83195	Apr-20
5	0.88262	0.72986	0.76606	0.89348	0.83195	0.83527	May-20
6	0.70742	0.56335	0.89348	0.83195	0.83527	0.73421	Jun-20
7	0.85005	0.6886	0.83195	0.83527	0.73421	0.74434	Jul-20
8	0.9	0.73131	0.83527	0.73421	0.74434	0.67919	Aug-20
9	0.88986	0.65023	0.73421	0.74434	0.67919	0.87973	Sep-20
10	0.82181	0.61113	0.74434	0.67919	0.87973	0.75593	Oct-20
11	0.76244	0.6343	0.67919	0.87973	0.75593	0.8305	Nov-20
12	0.72986	0.64154	0.87973	0.75593	0.8305	0.81602	Dec-20
13	0.46778	0.57421	0.82181	0.76244	0.72986	0.75738	Jan-19
14	0.41783	0.78054	0.76244	0.72986	0.75738	0.70887	Feb-19
15	0.51629	0.87611	0.72986	0.75738	0.70887	0.86235	Mar-19
16	0.48516	0.8609	0.75738	0.70887	0.86235	0.55032	Apr-19
17	0.51122	0.88262	0.70887	0.86235	0.55032	0.72986	May-19
18	0.4381	0.70742	0.86235	0.55032	0.72986	0.56335	Jun-19
19	0.49819	0.85005	0.55032	0.72986	0.56335	0.6886	Jul-19
20	0.54814	0.9	0.72986	0.56335	0.6886	0.73131	Aug-19
21	0.51484	0.88986	0.56335	0.6886	0.73131	0.65023	Sep-19
22	0.60389	0.82181	0.6886	0.73131	0.65023	0.61113	Oct-19
23	0.56914	0.76244	0.73131	0.65023	0.61113	0.6343	Nov-19
24	0.58724	0.72986	0.65023	0.61113	0.6343	0.64154	Dec-19
25	0.40769	0.46778	0.60389	0.56914	0.58724	0.57421	Jan-18
26	0.36643	0.41783	0.56914	0.58724	0.57421	0.78054	Feb-18
27	0.50326	0.51629	0.58724	0.57421	0.78054	0.87611	Mar-18
28	0.47792	0.48516	0.57421	0.78054	0.87611	0.8609	Apr-18
29	0.45403	0.51122	0.78054	0.87611	0.8609	0.88262	May-18
30	0.44462	0.4381	0.87611	0.8609	0.88262	0.70742	Jun-18
31	0.37149	0.49819	0.8609	0.88262	0.70742	0.85005	Jul-18
32	0.51122	0.54814	0.88262	0.70742	0.85005	0.9	Aug-18
33	0.55683	0.51484	0.70742	0.85005	0.9	0.88986	Sep-18
34	0.54887	0.60389	0.85005	0.9	0.88986	0.82181	Oct-18
35	0.4895	0.56914	0.9	0.88986	0.82181	0.76244	Nov-18
36	0.50905	0.58724	0.88986	0.82181	0.76244	0.72986	Dec-18
37	0.17674	0.40769	0.54887	0.4895	0.50905	0.46778	Jan-17
38	0.17167	0.36643	0.4895	0.50905	0.46778	0.41783	Feb-17
39	0.22742	0.50326	0.50905	0.46778	0.41783	0.51629	Mar-17
40	0.23032	0.47792	0.46778	0.41783	0.51629	0.48516	Apr-17
41	0.26796	0.45403	0.41783	0.51629	0.48516	0.51122	May-17

1. Ditaring mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

42	0.26362	0.44462	0.51629	0.48516	0.51122	0.4381	Jun-17
43	0.21946	0.37149	0.48516	0.51122	0.4381	0.49819	Jul-17
44	0.23756	0.51122	0.51122	0.4381	0.49819	0.54814	Aug-17
45	0.30271	0.55683	0.4381	0.49819	0.54814	0.51484	Sep-17
46	0.34615	0.54887	0.49819	0.54814	0.51484	0.60389	Oct-17
47	0.31502	0.4895	0.54814	0.51484	0.60389	0.56914	Nov-17
48	0.30199	0.50905	0.51484	0.60389	0.56914	0.58724	Dec-17
49	0.13692	0.17674	0.34615	0.31502	0.30199	0.40769	Jan-16
50	0.10434	0.17167	0.31502	0.30199	0.40769	0.36643	Feb-16
51	0.17819	0.22742	0.30199	0.40769	0.36643	0.50326	Mar-16
52	0.20136	0.23032	0.40769	0.36643	0.50326	0.47792	Apr-16
53	0.23828	0.26796	0.36643	0.50326	0.47792	0.45403	May-16
54	0.29692	0.26362	0.50326	0.47792	0.45403	0.44462	Jun-16
55	0.16661	0.21946	0.47792	0.45403	0.44462	0.37149	Jul-16
56	0.1	0.23756	0.45403	0.44462	0.37149	0.51122	Aug-16
57	0.17023	0.30271	0.44462	0.37149	0.51122	0.55683	Sep-16
58	0.17674	0.34615	0.37149	0.51122	0.55683	0.54887	Oct-16
59	0.21439	0.31502	0.51122	0.55683	0.54887	0.4895	Nov-16
60	0.20353	0.30199	0.55683	0.54887	0.4895	0.50905	Dec-16

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LAMPIRAN C

LIST ALGORITMA PROGRAM MATLAB

C.1 Normalisasi data

```
data = xlsread('datanormalisasi','Rumah Tangga','B2:G61');
% Normalisasi Data
max_data = max(max(data));
min_data = min(min(data));
[m,n] = size(data);
data_norm = zeros(m,n);
for x = 1:m
    for y = 1:n
        data_norm(x,y) = 0.1 + 0.8 * (data(x,y) - min_data) / (max_data - min_data);
    end
end
```

C.2 Extreme learning Machine

```
function [Y, TY, TrainingTime, TestingTime, TrainingAccuracy,
TestingAccuracy] = ELM(TrainingData_File, TestingData_File, Elm_Type,
NumberofHiddenNeurons, ActivationFunction)

% Usage: elm(TrainingData_File, TestingData_File, Elm_Type,
NumberofHiddenNeurons, ActivationFunction)
% OR: [TrainingTime, TestingTime, TrainingAccuracy, TestingAccuracy] =
elm(TrainingData_File, TestingData_File, Elm_Type, NumberofHiddenNeurons,
ActivationFunction)

% Input:
% TrainingData_File - Filename of training data set
% TestingData_File - Filename of testing data set
% Elm_Type - 0 for regression; 1 for (both binary and multi-
classes) classification
% NumberofHiddenNeurons - Number of hidden neurons assigned to the ELM
% ActivationFunction - Type of activation function:
% 'sig' for Sigmoidal function
% 'sin' for Sine function
% 'hardlim' for Hardlim function
% 'tribas' for Triangular basis function
% 'radbas' for Radial basis function (for
additive type of SLFNs instead of RBF type of SLFNs)

% Output:
% TrainingTime - Time (seconds) spent on training ELM
% TestingTime - Time (seconds) spent on predicting ALL testing
data
% TrainingAccuracy - Training accuracy:
% RMSE for regression or correct classification
rate for classification
% TestingAccuracy - Testing accuracy:
% RMSE for regression or correct classification
rate for classification

% MULTI-CLASSE CLASSIFICATION: NUMBER OF OUTPUT NEURONS WILL BE
AUTOMATICALLY SET EQUAL TO NUMBER OF CLASSES
% FOR EXAMPLE, if there are 7 classes in all, there will have 7 output
```




```
% neurons; neuron 5 has the highest output means input belongs to 5-th
class
Sample1 regression: [TrainingTime, TestingTime, TrainingAccuracy,
TestingAccuracy] = elm('sinc_train', 'sinc_test', 0, 20, 'sig')
Sample2 classification: elm('diabetes_train', 'diabetes_test', 1, 20,
'sig')

%%%%
Authors: MR QIN-YU ZHU AND DR GUANG-BIN HUANG
NANYANG TECHNOLOGICAL UNIVERSITY, SINGAPORE
EMAIL: EGBHUANG@NTU.EDU.SG; GBHUANG@IEEE.ORG
WEBSITE: http://www.ntu.edu.sg/eee/icis/cv/egbhuang.htm
DATE: APRIL 2004

%%%% Macro definition
REGRESSION=0;
CLASSIFIER=1;

%%%% Load training dataset
train_data=load(TrainingData_File);
T=train_data(:,1)';
P=train_data(:,2:size(train_data,2))';
clear train_data; % Release raw
training data array

%%%% Load testing dataset
test_data=load(TestingData_File);
TV.T=test_data(:,1)';
TV.P=test_data(:,2:size(test_data,2))';
clear test_data; % Release raw
testing data array

NumberOfTrainingData=size(P,2);
NumberOfTestingData=size(TV.P,2);
NumberOfInputNeurons=size(P,1);

if Elm_Type~=REGRESSION
    %%% Preprocessing the data of classification
    sorted_target=sort(cat(2,T,TV.T),2);
    label=zeros(1,1); % Find and save in
    'label class label from training and testing data sets
    label(1,1)=sorted_target(1,1);
    j=1;
    for i = 2:(NumberOfTrainingData+NumberOfTestingData)
        if sorted_target(1,i) ~= label(1,j)
            j=j+1;
            label(1,j) = sorted_target(1,i);
        end
    end
    number_class=j;
    NumberOfOutputNeurons=number_class;

    %%% Processing the targets of training
    temp_T=zeros(NumberOfOutputNeurons, NumberOfTrainingData);
    for i = 1:NumberOfTrainingData
        for j = 1:number_class
            if label(1,j) == T(1,i)
                break;
            end
        end
    end
end
```



```

end
temp_T(j,i)=1;
end
T=temp_T*2-1;

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% Processing the targets of testing
temp_TV_T=zeros(NumberOfOutputNeurons, NumberOfTestingData);
for i = 1:NumberOfTestingData
    for j = 1:number_class
        if label(1,j) == TV.T(1,i)
            break;
        end
    end
    temp_TV_T(j,i)=1;
end
TV_T=temp_TV_T*2-1;

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% end if of
Elm_Type

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% Calculate weights & biases
start_time_train=cputime;

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% Random generate input weights InputWeight (w_i) and biases
BiasofHiddenNeurons (b_i) of hidden neurons
InputWeight=rand(NumberOfHiddenNeurons,NumberOfInputNeurons)*2-1;
BiasofHiddenNeurons=rand(NumberOfHiddenNeurons,1);
tempH=InputWeight*P;
clear P; % Release input of
training data
ind=ones(1,NumberOfTrainingData);
BiasMatrix=BiasofHiddenNeurons(:,ind); % Extend the bias
matrix BiasofHiddenNeurons to match the dimention of H
tempH=tempH+BiasMatrix;

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% Calculate hidden neuron output matrix H
switch lower(ActivationFunction)
    case {'sig','sigmoid'}
        %%%%%%%%%%% Sigmoid
        H = 1 ./ (1 + exp(-tempH));
    case {'sin','sine'}
        %%%%%%%%%%% Sine
        H = sin(tempH);
    case {'hardlim'}
        %%%%%%%%%%% Hard Limit
        H = double(hardlim(tempH));
    case {'tribas'}
        %%%%%%%%%%% Triangular basis function
        H = tribas(tempH);
    case {'radbas'}
        %%%%%%%%%%% Radial basis function
        H = radbas(tempH);
        %%%%%%%%%%% More activation functions can be added here
end
clear tempH; % Release the
temporary array for calculation of hidden neuron output matrix H

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% Calculate output weights OutputWeight (beta_i)

```

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



```

OutputWeight=pinv(H') * T'; % implementation
%without regularization factor //refer to 2006 Neurocomputing paper
OutputWeight=inv(eye(size(H,1))/C+H * H') * H * T'; % faster method 1
%refer to 2012 IEEE TSMC-B paper
%implementation; one can set regularizaiton factor C properly in
classification applications
OutputWeight=(eye(size(H,1))/C+H * H') \ H * T'; % faster method 2
%refer to 2012 IEEE TSMC-B paper
%implementation; one can set regularizaiton factor C properly in
classification applications
%If you use faster methods or kernel method, PLEASE CITE in your paper
properly:
%uang Bin Huang, Hongming Zhou, Xiaojian Ding, and Rui Zhang, "Extreme
Learning Machine for Regression and Multi-Class Classification,"
submitted to IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine
Intelligence, October 2010.

end_time_train=cputime;
TrainingTime=end_time_train-start_time_train % Calculate CPU
time (seconds) spent for training ELM

%%%%%%%%%% Calculate the training accuracy
Y=(H' * OutputWeight)'; % Y: the actual
output of the training data
if Elm_Type == REGRESSION
    TrainingAccuracy=sqrt(mse(T - Y)) % Calculate
training accuracy (RMSE) for regression case
end
clear H;

%%%%%%%%%% Calculate the output of testing input
start_time_test=cputime;
tempH_test=InputWeight*TV.P;
clear TV.P; % Release input of testing data
ind=ones(1,NumberOfTestingData);
BiasMatrix=BiasofHiddenNeurons(:,ind); % Extend the bias
matrix BiasofHiddenNeurons to match the demention of H
tempH_test=tempH_test + BiasMatrix;
switch lower(ActivationFunction)
case {'sig','sigmoid'}
    %%%%%%%%% Sigmoid
    H_test = 1 ./ (1 + exp(-tempH_test));
case {'sin','sine'}
    %%%%%%%%% Sine
    H_test = sin(tempH_test);
case {'hardlim'}
    %%%%%%%%% Hard Limit
    H_test = hardlim(tempH_test);
case {'tribas'}
    %%%%%%%%% Triangular basis function
    H_test = tribas(tempH_test);
case {'radbas'}
    %%%%%%%%% Radial basis function
    H_test = radbas(tempH_test);
    %%%%%%%%% More activation functions can be added here

end

```

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



```

TY=(H_test' * OutputWeight)'; % TY: the actual
% output of the testing data
end_time_test=cputime;
TestTime=end_time_test-start_time_test % Calculate CPU
time (seconds) spent by ELM predicting the whole testing data

if Elm_Type == REGRESSION
    TestingAccuracy=sqrt(mse(TV.T - TY)) % Calculate testing
    accuracy (RMSE) for regression case
end
if Elm_Type == CLASSIFIER
    %%%%%%%%% Calculate training & testing classification accuracy
    MissClassificationRate_Training=0;
    MissClassificationRate_Testing=0;

    for i = 1 : size(T, 2)
        [x, label_index_expected]=max(T(:,i));
        [x, label_index_actual]=max(Y(:,i));
        if label_index_actual~=label_index_expected
            MissClassificationRate_Training=MissClassificationRate_Training+1;
        end
    end
    TrainingAccuracy=1-MissClassificationRate_Training/size(T,2)
    for i = 1 : size(TV.T, 2)
        [x, label_index_expected]=max(TV.T(:,i));
        [x, label_index_actual]=max(TY(:,i));
        if label_index_actual~=label_index_expected
            MissClassificationRate_Testing=MissClassificationRate_Testing+1;
        end
    end
    TestingAccuracy=1-MissClassificationRate_Testing/size(TV.T,2)
end

```

C.3 MSE, Denormalisasi Data dan MAPE

```

clear
clc
%Menghitung Nilai MSE
data_Y = xlsread('Output','bisnis','B3:F14');
data_aktual = xlsread('Output','bisnis','G3:G14');
MSE = mean((data_aktual - data_Y).^2);

%Denormalisasi Data(Hasil Peramalan)
Data2020 = xlsread('Output','bisnis','H3:H14');
Max_data = 53.44
Min_data = 30.77
Hasil_peramalan = ((data_Y - 0.1)*(Max_data - Min_data)/0.8 + Min_data);

%Menghitung Nilai MAPE
errors = gsubtract(Data2020,Hasil_peramalan);
MAPE = mean(abs(errors./Data2020*100));

```

2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Muhammad Fajri, Lahir di Pekanbaru 14 September 1998 merupakan anak kedua dari tiga bersaudara, anak dari pasangan Asnawi S.E dan Rosnita S.Pd yang beralamat di Jalan Garuda Sakti KM.3 Kelurahan Air. Putih, Kecamatan Tampan, Kota Pekanbaru Provinsi Riau. Penulis menempuh pendidikan di SD Negeri 110 Pekanbaru dan lulus pada tahun 2011, selanjutnya penulis meneruskan pendidikan di SMP Negeri 23 Pekanbaru dan lulus pada tahun 2014, selanjutnya penulis meneruskan pendidikan di SMA Negeri 12 Pekanbaru dan lulus pada tahun 2017, dan melanjutkan pendidikan ke jenjang perguruan tinggi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Fakultas Sains dan Teknologi Program Studi Teknik Elektro konsentrasi Energi lulus dan lulus pada tahun 2021.

Dengan karunia Allah SWT, ketekunan serta rasa motivasi yang tinggi untuk terus belajar dan berusaha, penulis telah berhasil menyelesaikan tugas akhir ini, semoga dengan penulisan tugas akhir ini mampu memberikan manfaat untuk siapa saja yang membutuhkannya.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT atas terselesaikannya tugas akhir yang berjudul **"Analisis Peramalan Konsumsi Energi Listrik dengan Metode *Extreme Learning Machine* Beserta Tingkat Akurasinya di Kota Pekanbaru"**.

UIN SUSKA RIAU

Nomor handphone

0878-2507-9144

E-Mail

11755102098@student.uin-suska.ac.id

Judul Tugas Akhir

"Analisis Peramalan Konsumsi Energi Listrik dengan Metode *Extreme Learning Machine* Beserta Tingkat Akurasinya di Kota Pekanbaru".

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.